This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Stanford University Libraries
3 6105 000 639 836

1642.

1642.

530.5
A613
Ser. 1

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIEDE DER GESELLSCHAFT NATURF. FREUNDE IN BERLIN,
DER BATAVISCHEN GESELLSCHAFT D. WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM,
DER NATURWISSENSCH. SOCIETÄTEN ZU HALLE, GRÖNINGEN, JENA,
MAINZ, MANSFELD U. POTSDAM, UND DER GESELLSCHAFT DER
WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN CORRESPONDENTEN.

ZWEI UND ZWANZIGSTER BAND.

MEBST ~~EINEM~~ KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1806.

STANFORD LIBRARY

142517

INHALT.

Jahrgang 1806, Band 1,
oder
Zwei u. zwanzigſter Band. — Erſtes Stück.

I. Verſuche über die electriſchen Fiſche, von Alexander von Humboldt, geſchrieben zu Rom im Aug. 1805 Seite 1

II. Ueber die fünffache Verſchiedenheit der Körper in Rückſicht auf galvani'ſches Leitungsvermögen, vom Prof. Erman in Berlin 14

III. Ueber die ſo genannten Thermolampen und den erſten Erfinder derſelben, von Gilbert 51

IV. Verſuche über die Gasarten, welche bei der zerſtörenden Deſtillation von Holz, Torf, Steinkohlen, Oehl, Wachs u. dergl. entſtehn, angeſtellt in Beziehung auf die Theorie der künſtlichen Lichter und der ſo genannten Thermolampe; mit Bemerkungen über die verſchiedenen Arten von Kohlen-Waſſerſtoffgas und über das gasförmige Kohlenſtoffoxyd, von Will. Henry in Mancheſter 58

Zuſätze von Gilbert 72

V. Nachricht von einer in der Kattunfabrik des Barons von Fries zu Kettenhof eingerichteten Thermolampe, vom Dr. De Carro in Wien Seite 79

Zusatz, einige Erfahrungen enthaltend über die Thermolampe und deren Anwendungen, vom Doct. Kretschmar in Sandersleben 83

VI. Beschreibung einer Luftpumpe mit gläsernen Stiefeln und metallenen Kolben ohne Liederung, nach einer neuen Einrichtung, von N. Mendelssohn, mathematischem Instrumentenmacher in London 96

VII. Noch etwas über die Lichtstrahlen beim Blinzeln; in Beziehung auf Bemerkungen des Herrn Prof. Kries, vom Director Vieth in Dessau 102

Zweites Stück.

I. Eine wichtige Verbesserung beim Sprengen mit Pulver, von Will. Jessop, Esq. 113

Bestätigungen dieser verbesserten Methode:

1. von Harrison zu Kendal 117

2. nach Versuchen, angestellt in Northumberland 120

Zersprengung zweier Flintenläufe, durch eine Ladung, auf die Sand geschüttet war, von Nicholson in London 121

II. Beschreibung eines vereinigten Sicherheits- und Vacuumsventils für Dampfkessel, vom Oberintendanten von Edelcranz in Stockholm 124

III. Beschreibung eines neuen Dampfdigestors für physikalische Versuche, vom Oberintendanten von Edelcranz 129

IV. Ein paar Worte über die bisherige Theorie des Krummzapfens, vom Commissionsrath Busse in Freiberg 138

V. Einige Bemerkungen gegen des Herrn Grafen v. Rumford neue Vertheidigung der Nichtleitung der Wärme durch Flüſſigkeiten, vom Hofrath Parrot in Dorpat Seite 148

VI. Unterſuchungen über den Knochengallert, von L. Prouſt, Prof. der Chemie zu Madrid 157

und einige Worte über den Knochen-Bouillon gegen Herrn Cadet de Vaux, von Prouſt 183

VII. Des Herrn Drs. van Marum verbeſſerter papinianiſcher Topf zur Bereitung der Gallerte aus Knochen, und einige Verſuche damit 194

VIII. Fernere Aufſchlüſſe über des Profeſſors Pacchiani in Piſa vermeintliche Entdeckung der Natur der Salzſäure 202

1. Verſuche zur Prüfung dieſer Entdeckung, angeſtellt in der galvaniſchen Societät zu Paris, von Riffault, Adminiſtrator des Pulver- und Salpeterweſens 202

2. Aus einem Briefe der Herren P. Cioni und P. Petrini in Piſtoja an den Prof. Pacchiani 208

3. Dritter Brief des Prof. Pacchiani an Fabroni in Florenz 210

4. Nachſchrift zu dieſem Briefe vom Profeſſor Erman in Berlin 220

IX. Nachricht von Hrn. Akadem. Ritter's Vorleſung über ſeine magnetiſchen Verſuche 223

X. Preisfrage 224

Drittes Stück.

I. Verſuche über die verbeſſerte Methode des Herrn G. Jeſſop, mit Pulver zu ſprengen; angeſtellt in den Alpen, um die Anwendbarkeit dieſer Methode zu prüfen und die Theorie derſelben zu ergründen. Bearbeitet vom Herausgeber.

1. Verſuche des Prof. Pictet in Genf Seite 225
2. Schreiben des Ingenieurs Baduel, Aufſehers der Arbeiter an der Straſse von Meillerie 230
3. Schreiben des Prof. De Candolle 233
4. Schreiben des Prof. Bertrand 236
5. Schreiben eines Ungenannten 240
6. Bemerkungen darüber vom Prof. Pictet 244

II. Unterſuchungen über Schall und Licht, von Thomas Young, M. D., F. R. S., ſpäterhin Prof. der Phyſik an der Royal Inſtitut, in London. Bearbeitet vom Director Vieth in Deſſau 249

1. Luftmenge, die bei einem gegebenen Drucke aus einer Oeffnung entweicht 250
2. Richtung und Geſchwindigkeit der ausſtrömenden Luft 252
3. Sichtbarmachung der Natur des Schalles 262
4. Geſchwindigkeit des Schalles 264
5. Tönende Höhlungen 265
6. Verbreitung des Schalles 268
7. Abnahme des Schalles 271
8. Harmoniſche Töne der Pfeifen 274
9. Vibrationen verſchiedener elaſtiſcher Flüſſigkeiten 278

III. Banks Windwage und ein paar Verſuche über das Ausſtrömen der Luft aus Gefäſsen 286

IV. Bemerkungen und Verſuche über die Amalgamation der Silbererze, von DD. Larranaga, de la Garza, Ezpeleta und Peringer 292

V. Galvani'ſche Säulen ohne Feuchtigkeit, und Säulen, welche ganz aus vegetabiliſchen Materien beſtehn.

1. Prüfende Verſuche über Säulen beider Art von Riffault 313

2. Einiges über Herrn Maréchaux's Säule ohne Feuchtigkeit, aus einem Briefe von ihm an den Herausgeber Seite 318

VI. Sonderbares Tönen einer heifsen Silbermasse während des Erkaltens, vom Herausgeber 323

VII. Steinregen, von L. A. von Arnim 331

VIII. Schwimmende Ketten, vom Lootsen-Commandeur Steenke in Pillau 332

IX. Zink, ein völlig dehnbares Metall 333

X. Preisertheilung der niederländischen Gesellschaft der Nationalökonomie zu Haarlem 335

XI. Physikalische Preisfragen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen für das Jahr 1806 336

Viertes Stück.

I. Untersuchungen über Schall und Licht, von Thomas Young, M. D., F. R. S., späterhin Prof. der Physik an der Roy. Instit. in London. Bearbeitet vom Director Vieth in Dessau. Beschluss 337

10. Analogie zwischen Schall und Licht 337
11. Zusammenschmelzen der Töne 348
12. Zahl der Schwingungen für einen gegebenen Ton 356
13. Schwingungen der Saiten 361
14. Schwingungen der Stäbe und Platten 375
15. Die menschliche Stimme 377
16. Temperatur der musikalischen Intervalle 383
Summarische Wiederhohlung der Hauptsachen 393

II. Woher rührt das eigenthümliche Getöse des Wassers, bevor es zum Kochen kömmt? untersucht von Nicholson 397

III. Dampf und Rauch, einzeln ſichtbar, beide vereint unſichtbar . . . Seite 403

IV. Verſuche mit einem Electrometer eigenthümlicher Art, welche gegen die Theorie Volta's zu ſtreiten ſcheinen, von J. S. C. Schweigger, Prof. der Phyſik und Mathematik am Gymnaſium zu Baireuth . . . 407

V. Theorie der chemiſchen Anziehung der Körper, von J. F. C. Wuttig in Freiberg . . . 415

VI. Beſchreibung der Höhle de la Berquilla bei Caravaca in der Provinz Murcia, von D. Juan Sanchez Cisneros . . . 433

VII. Beſchreibung der ſo genannten Höhle de les Dones in der Provinz Valencia, im Gebiete von Millares, von D. Antonio Joſeph Cavanilles . . . 439

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1806, ERSTES STÜCK.

I.

VERSUCHE

über die electrischen Fische,

von

ALEXANDER VON HUMBOLDT.

(Geschrieben zu Rom im August 1805. *)

Die grofsen und bewundernswürdigen Entdeckungen, welche Herr Volta über die verschiedenartige Ladung sich berührender Metalle und über die Wirkungen ihrer electrischen Spannung gemacht hat, haben von neuem die Aufmerksamkeit der Physiologen auf die Erscheinungen des Zitterrochens (*Raja Torpedo, Torpille*) und des Zitteraals (*Gymno-*

*) Zusammen gezogen aus einem Briefe an Berthollet in den *Annales de Chimie*, t. 56, p. 15, und aus einem Schreiben an den Präsidenten Freih. von Dachröden, in den *neuen phys. Abhandl. der Erfurter Akad. nützl. Wiss.*, B. 3, welche sich beide ergänzen. *d. H.*

tus electricus) geleitet. Sind dieſe Erſcheinungen befriedigend aus der Theorie der leidner Flaſche und der galvani'ſchen Säule zu erklären, oder darf man darin noch eigne vitale Wirkungen, das heiſst, ſolche, welche nur der *belebten* Materie eigenthümlich ſind, vermuthen?

Zur Entſcheidung einer ſo wichtigen Frage iſt es nothwendig, eine groſse Zahl genauer Beobachtungen zu ſammeln, und Verſuche nach leitenden Ideen anzuſtellen, welche unbekannt waren, als Walſh mit dem Zitteraal und Spallanzani mit dem Zitterrochen experimentirten. Seit meiner Rückkunft nach Europa hatte ich den lebhafteſten Wunſch, mich an einer Küſte zu befinden, wo die *Raja Torpedo* gemein wäre, um die electriſchen Erſcheinungen, welche ſie darbietet, mit denen zu vergleichen, die ich in Südamerika am *Gymnotus* beobachtet, und in einer in der erſten Klaſſe des Nationalinſtituts verleſenen Abhandlung beſchrieben habe. In La Rochelle, in Genua und in Cività Vechià wurde dieſe Erwartung nicht befriedigt. Der Zitterrochen wird daſelbſt nur ſelten und bloſs in gewiſſen Jahrszeiten gefangen, und als wir in Genua einige erhielten, befanden wir uns gerade ohne Inſtrumente. Erſt bei meinem neulichen Aufenthalte in Neapel iſt es mir geglückt, dieſen electriſchen Fiſch lebendig, in voller Stärke, von vorzüglicher Gröſse, und ſo oft ich wollte, zu erhalten. Die Unterſuchung, unter welchen Bedingungen er ſeinen Schlag geben, unter welchen er ihn nicht

geben kann, ſchien mir natürlich am wichtigſten, um einſt den Grund dieſer wunderbaren Phänomene ſelbſt zu entdecken. Folgende Verſuche habe ich darüber mit meinem Freunde Herrn Gay-Luſſac angeſtellt, deſſen Scharfſinn und Fertigkeit im Experimentiren hinlänglich bekannt iſt. Ich werde mich bemühen, die Erſcheinungen abgeſondert von allen theoretiſchen Vermuthungen darzuſtellen; eine Abſonderung, die bei einem Gegenſtande, über welchen die Meinungen ſo getheilt ſind, doppelt nothwendig wird.

1. Die Empfindung, welche der Zitterrochen erregt, iſt der Empfindung des electriſchen Entladungsſchlages einer leidner Flaſche zwar gewiſſer Maſsen analog, aber doch weſentlich von ihr verſchieden. Sie iſt durchdringender, convulſiviſcher, ſchmerzhafter, und wenn der Fiſch ſchon kraftlos iſt, dem Gefühle des Sehnenhüpfens ähnlich. Das Galvaniſiren entblöſster Hautnerven in den Schultermuskeln, (*Latiſſimus dorſi*,) *) die Berührung der Zitterrochen, und die des Gymnotus haben Wirkungen in mir hervor gebracht, welche nur der Stärke nach von einander verſchieden ſind.

2. Niemand wagt es, ſich den Schlägen eines friſch gefangenen, kraftvollen *Gymnotus* auszuſetzen. Die gröſsern dieſer Zitteraale haben über 6 Fuſs Länge. Ich habe ſie funfzehnpfündig und

*) Siehe meine *Verſuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaſer*, B. 1, S. 101. *v. Humboldt.*

5 Fuſs 3 Zoll lang geſehen. Als wir, Herr Bonpland und ich, im März 1800 in den Sümpfen von Bera mitten in den groſsen Steppen von Calabozo *) Zitteraale fiſchten, wurden in wenigen Minuten mehrere Pferde durch ſie getödtet. Der Gymnotus, längs dem Bauche des Pferdes hingleitend, trifft alle edlere Theile, Herz und Abdominalnerven zugleich. Das betäubte Pferd ſinkt zu Boden und erſtickt, weil es zu lange in ſeiner Lethargie unter dem Waſſer verweilt. Ich ſelbſt habe mehrere Tage lang den Schmerz gefühlt, welchen die wiederhohlten Schläge matterer Zitteraale mir in den Knieen und Armen zurück gelaſſen hatten.

Die Kraft des *Zitterrochens* iſt freilich nicht mit der jener electriſchen Tropenfiſche zu vergleichen. Doch iſt auch ſie fähig, aufs unangenehmſte zu erſchüttern, und ſelbſt Perſonen, welche an electriſche Schläge ſehr gewohnt ſind, ertragen nur mit Mühe die Schläge eines 4 Decimètres langen Zitterrochens, der bei voller Kraft iſt. Der Fiſch erſchüttert, während er *unter Waſſer* iſt, und nur wenn er ſchwächer wird, hemmt das Waſſer ſeine Wirkſamkeit. Herr Gay-Luſſac hat bemerkt, daſs man in dieſem Falle den Schlag nur erſt zu empfinden anfängt, wenn man den ermatte-

*) In der Provinz Venezuela in 8° 56′ nördlicher geogr. Breite. Man jagt Pferde in den Sumpf, um durch das Geräuſch den Zitteraal zu zwingen, an das Ufer zu kommen. *von Humboldt.*

ten und erſchöpften Zitterrochen, während man ihn mit beiden Händen hält, über die Oberfläche des Waſſers hebt. Es verhält ſich mit dem Zitterrochen, wie mit den Fröſchen bei galvani'ſchen Verſuchen; die Bedingungen, unter welchen die Contractionen erfolgen, ſind nach dem Grade der Reizbarkeit der Organe verſchieden.

3. Ich habe in Südamerika die Bemerkung gemacht, daſs der *Gymnotus* die furchtbarſten Schläge ertheilt, ohne die mindeſte Bewegung mit den Augen, mit dem Kopfe oder mit den Floſſen zu machen. Ich habe die heftigſten Schläge empfangen, ohne daſs der Fiſch ſich äuſserlich mehr dabei bewegte, als ein Menſch, deſſen Ideen von einem Objecte zum andern, oder von dunkler Verwirrung zur gröſsten Lebendigkeit übergehen. Ganz anders iſt es mit dem *Zitterrochen*. Dieſer bewegt die Bruſtfloſſen convulſiviſch, ſo oft er ſeinen electriſchen Schlag giebt, und man fühlt dieſen Schlag ſchwächer oder ſtärker, je nachdem man den Fiſch in einer kleinern oder gröſsern Fläche berührt. Die heftigſte Muskelbewegung des *Gymnotus* iſt übrigens gar nicht mit erſchütternden Exploſionen begleitet. Ich habe den Zitteraal in Händen gehabt, und indem er ſich convulſiviſch krümmte, um ſich mir zu entwinden, fühlte ich keine Entladung. Daſſelbe Individuum gab wenige Minuten darauf die heftigſten Schläge, ohne die äuſsere Lage ſeines Körpers zu verändern.

4. Man kann die electrischen Organe eines Zitterrochens oder eines Gymnotus nicht nach Willkühr entladen, wie das mit einer leidner Flasche oder einer voltaischen Säule der Fall ist. Man erhält nicht immer einen Schlag, wenn man einen electrischen Fisch berührt. Oft kann man ihn mit beiden Händen zugleich berühren, ohne eine Erschütterung zu fühlen, wie man auch die Kette schliefse, und so kraftvoll auch der Fisch sey. Man mufs ihn reizen, damit er den Schlag ertheile, und diese Wirkung hängt, (wie wiederhohlte Versuche, die ich in Südamerika mit Bonpland und in Neapel mit Gay-Lussac angestellt habe, aufser allem Streite setzen,) gänzlich von der *Willkühr* des Thiers ab, das seine electrischen Organe vielleicht nicht immer geladen erhält. Es kann sie indefs mit einer bewundernswürdigen Schnelligkeit laden, denn es ist im Stande, eine lange Reihe von Schlägen zu ertheilen.

5. Will der Fisch den Schlag geben, so erhält man die Erschütterung, man mag mit einem einzigen Finger blofs eine Seite der electrischen Organe berühren, oder zugleich mit beiden Händen die entgegen gesetzten Seiten derselben anfassen; auch ist es in beiden Fällen ganz gleichgültig, ob der, der ihn berührt, isolirt ist, oder nicht. Doch nimmt beim *Zitterrochen* die Stärke des Schlags mit der Gröfse der Berührungsfläche zu; die Erschütterung ist heftiger, wenn man die erlectrischen Organe mit der flachen Hand, als wenn man sie blofs mit der Fingerspitze berührt. Bei dem *Gymno-*

tus habe ich diese Unterschiede nicht bemerkt, selbst wenn seine reizende oder erschütternde Kraft bereits sehr herab gesunken war. Der Zitterrochen erschüttert nur dann, wenn man die electrischen zelligen Organe unmittelbar berührt. Bei dem südamerikanischen Zitteraale erfolgt der Schlag, wenn man den Fisch auf dem Rücken streichelt.

6. Wenn ein Mensch, der isolirt ist, den *Zitterrochen* mit einem einzigen Finger berührt, so ist es unumgänglich nöthig, dass er sich mit ihm in unmittelbare Berührung setze. Auch wenn die besten electrischen Leiter, z. B. Metall, diese unmittelbare Berührung unterbrechen, so fühlt man keinen Schlag. Daher kömmt es, dass man den Fisch mit einem Schlüssel oder einem andern metallenen Instrumente ungestraft berühren kann, man sey isolirt oder nicht.

7. Nachdem Herr Gay-Lussac diese wichtige Bedingung bemerkt hatte, legten wir den Zitterrochen mit der untern Fläche der electrischen Organe auf eine metallene Schüssel. Nie empfindet man, wenn man diese Schüssel in der Hand hält, einen Schlag, selbst wenn ein anderer, der isolirt ist, den Fisch reizt, und die convulsive Bewegung der Brustflossen die stärksten Entladungen des electrischen Fluidi anzeigt. — Berührt dagegen der, welcher die Schüssel hält, mit der andern Hand die obere Seite der electrischen Organe, so fühlt er in beiden Armen zugleich einen heftigen Schlag.

8. Daſſelbe iſt der Fall, wenn der Fiſch zwiſchen zwei metallenen Schüſſeln liegt, deren Ränder ſich nirgends berühren, und man dann an beide die Hände bringt. Berühren ſich dagegen die beiden Schüſſeln in irgend einem Punkte, ſo fühlt man nichts. Die Kette zwiſchen den beiden Seiten der electriſchen Organe iſt alsdann durch die metallenen Schüſſeln geſchloſſen, und die neue Verbindung durch den menſchlichen Körper ohne weitere Einwirkung.

9. Selbſt das empfindlichſte Electrometer zeigt nicht die mindeſte electriſche Spannung in den electriſchen Organen des Zitterrochens und des Zitteraals; und wie man es auch anbringe, dieſe Organe wirken darauf nicht im mindeſten, ſelbſt nicht wenn man den Fiſch iſolirt, ihn mit einer Metallplatte bedeckt, und dieſe durch einen Draht mit einem voltaiſchen Condenſator in Verbindung ſetzt. Es kündigt hier ſchlechterdings nichts ein Vermögen des Thiers an, die electriſche Spannung der daſſelbe umgebenden Körper zu verändern.

10. Da die electriſchen Fiſche im Zuſtande voller Geſundheit mit gleicher Kraft unter dem Waſſer als in der Luft wirken, ſo ſtellten wir, um das Leitungsvermögen dieſer Flüſſigkeit zu unterſuchen, folgende Verſuche an.

Wenn mehrere Menſchen eine Kette zwiſchen der obern und untern Fläche der electriſchen Organe des Zitterrochens bildeten, ſo empfand man nur dann einen Erſchütterungsſchlag, wenn ſie ihre Hände befeuchtet hatten. Zwei Menſchen, die mit der rechten Hand den Zitterrochen hielten und,

ſtatt ſich die linke Hand zu geben, zwei Metallſtäbe in einen iſolirten Waſſertropfen tauchten, erhielten ebenfalls den Schlag.

11. Wenn man in dem eben beſchriebenen Verſuche eine Lichtflamme an die Stelle des Waſſertropfens ſetzt, ſo erfolgt keine Entladung des Fiſches, ſey es ein Zitterrochen oder ein Gymnotus. Sie tritt aber ein, ſo bald die Metallſpitzen ſich in der Lichtflamme unmittelbar berühren.

12. So wie in der Luft, ſo iſt auch im Waſſer unmittelbare Berührung mit dem Körper des Fiſches nöthig, wenn eine Wirkung erfolgen ſoll. In allen Kettenverbindungen, wie in §. 10, verhindert die dünneſte Luftſchicht, oder der geringſte Abſtand der Kettenglieder von einander die Fortpflanzung des electriſchen Schlages; und ſo gut auch das Waſſer leitet, ſo lebhafte Erſchütterungen man auch empfindet, indem man den Zitteraal oder den Zitterrochen, (wenn dieſer noch recht friſch und kraftvoll iſt,) unter dem Waſſer berührt, ſo iſt doch auch hier ſtets unmittelbare Berührung erforderlich. Die Wirkung erfolgt nie, wenn man ſich den Organen bloſs nähert, oder wenn eine auch noch ſo dünne Waſſerſchicht die ſich nahenden Finger von den Organen trennt. Dieſe Thatſache iſt um ſo merkwürdiger, da bei den galvani'ſchen Verſuchen es hinlänglich iſt, daſs man den Muskeln eines im Waſſer befindlichen präparirten Froſches die ſilberne Pincette nur bis auf 1 oder 2 Millimètres nähere, um Zuckungen zu erhalten.

Dies ſind die Hauptverſuche, welche wir, Herr Gay-Luſſac und ich, im verfloſſenen Monate in Neapel mit Zitterrochen angeſtellt haben. Einen geiſtreichen und ausgezeichneten Naturforſcher, Herrn von Buch, dürfen wir als Augenzeugen der meiſten derſelben anführen.

Vergleicht man unſre Reſultate mit dem, was Aldini in ſeinem *Mémoire ſur la torpille*, (*Eſſai théorique et experimental ſur le Galvanisme*, T. 2, p. 61,) dem einzigen Werke, welches wir bei der Hand hatten, von den Verſuchen Geoffroy's, Spallanzani's und Galvani's zuſammen geſtellt hat, ſo zeigt ſich, daſs man bisher eben nicht deutliche Ideen von den Bedingungen gehabt hat, unter denen der Zitterrochen ſeine Wirkungen bei der mittelbaren und unmittelbaren Berührung äuſsert.

Die Verſuche 4 und 9 beweiſen, daſs die electriſchen Organe des Zitterrochens ſich durch keine Spannung, keinen Ueberſchuſs an Ladung äuſsern. Man wird geneigt, ihre Wirkung eher mit der vereinten vieler kleiner leidner Flaſchen, als mit der Wirkung der voltaiſchen Säule zu vergleichen. Ohne Kettenverbindung findet keine Erſchütterung Statt. Von dem Gymnotus habe ich zwar oft ſtarke Schläge erhalten, wenn ich den Fiſch vermittelſt einer Metallſpitze berührte, und durch das dürre Holz des Fuſsbodens iſolirt war, oder wenn ich mich durch ſehr trockene Stricke mit ihm in Verbindung ſetzte; der Schmerz aber,

den ich dabei in den Füſsen empfand, läſst vermuthen, das die Iſolirung für die übermäſsige Kraft des Thieres zu unvollkommen war, und alſo doch in der That eine Kettenverbindung vorhanden war.

Wenn der Zitterrochen durch Pole wirkt, durch das Beſtreben nach Wiederherſtellung des electriſchen Gleichgewichts, ſo ſcheinen die Verſuche 6 und 7 zu beweiſen, daſs die Pole auf einer und derſelben Seite an der Oberfläche der electriſchen Organe neben einander liegen. Denn man fühlt den Entladungsſchlag, wenn man auch nur eine Stelle derſelben mit dem Finger berührt. Daſs eine Metallplatte, die ſich zwiſchen der Hand und dem Organe befindet, die Wirkung hemmt, (7) das ſucht man in der Hypotheſe, welcher zu Folge der electriſche Fiſch wie eine leidner Flaſche wirken ſoll, daraus zu erklären, daſs, weil die Entladung dann durch die Platte ſelbſt geſchieht, die Hand deſſen, der die Platte unterſtützt, ſich auſserhalb des Kreiſes der ſich ins Gleichgewicht ſetzenden Electricitäten befindet. Beweiſet aber der Verſuch 5, daſs auf einer und derſelben Fläche der electriſchen Organe poſitive und negative Pole neben einander liegen; ſo iſt es ſchwer einzuſehen, warum in Verſuch 8, (wenn die mit Metallplatten belegten untern und obern Flächen der Organe durch einen Menſchen, der beide berührt, entladen werden, und er nun die Erſchütterung in beiden Armen fühlt,) warum in dieſem Falle die + *E* der untern Fläche, ſtatt ſich durch den daneben lie-

genden positiven Pol zu sättigen, die $-E$ der obern Fläche sucht. Hier ist man genöthigt, ein Hin- und Herströmen der $\pm E$ von unten nach oben und von oben nach unten anzunehmen, welche nach den bisher bekannten electrischen Erscheinungen nicht recht zu begreifen ist.

Die Unempfindlichkeit aller Electrometer für die Einwirkung kraftvoller electrischer Fische ist ein Beweis, dass die electrischen Wirkungen in ihnen nicht auf die Art wie in der voltaischen Säule entstehen, und nicht aus der Theorie derselben erklärt werden können, dass sie vielmehr der Natur der leidner Flasche sich nähern.

Das Nichtleiten der Flamme, (11) welche sich bei allen andern electrischen Erscheinungen so wirksam zeigt, ist ebenfalls sehr auffallend.

Kennen wir also auch die Gesetze, nach denen die Entladungen der electrischen Fische erfolgen, so sind wir darum der Erklärung dieser *vitalen Erscheinungen* doch wohl noch weniger nahe, als viele unphysiologische Schriftsteller glauben. Geoffroy hat gezeigt, durch wie feine Nüancen die electrischen Organe der Zitterrochen sich von den analogen Organen der unelectrischen Rochen unterscheiden *). Die Nerven spielen ohne Streit die grösste Rolle in diesen Phänomenen, und der Physiologe, der das Ganze der *vitalen* Wirkungen umfasst,

*) Geoffroy's Abhandlung findet man in den *Annalen*, XIV, 397. d. H.

würde mit Recht gegen den Phyſiker ſtimmen, der alles aus dem Contacte der eiweiſs- und gallertartigen Materie der electriſchen Organe mit den aponevrotiſchen Blättchen derſelben erklärbar glaubte.

Verletzungen des Gehirns und der Nerven ſchwächen die ſo genannte electriſche Kraft dieſer Fiſche. Sie ſelbſt laden ihre Organe nach Willkühr und plötzlich; denn viele heftige Schläge folgen oft ſchnell hinter einander. Die mechaniſche Betrachtung der *heterogenen* Theile, aus welchen die Zellen jener Organe beſtehen, reicht demnach in der That nicht hin, ſo groſse Erſcheinungen zu erklären. Man lähmt den Unterſuchungsgeiſt und ſchadet dem Fortgange der Wiſſenſchaften, ſo oft man für entſchieden hält, was höchſtens nur als wahrſcheinlich geahndet werden darf.

II.

Ueber die fünffache Verſchiedenheit der Körper in Rückſicht auf galvani'ſches Leitungsvermögen,

vom

Profeſſor Erman

in Berlin.

Durch frühere der Geſellſchaft *) mitgetheilte Unterſuchungen **) iſt uns bekannt, daſs die Flamme, mit welcher gewiſſe Körper brennen, die höchſt paradoxe Eigenſchaft beſitzt, einerſeits als vollkommener Leiter zu wirken, wenn man ſie an jeden einzelnen Pol der ungeſchloſſenen Säule anbringt, und anderſeits, wenn man ſie als Mittelglied zur Schlieſsung des Kreiſes nimmt, den negativen Effekt durchaus zu iſoliren, während ſie den poſitiven nach wie vor auf das vollkommenſte leitet. Da mir nichts bekannt war, was die entfernteſte Analogie mit dieſer Erſcheinung hätte, (ausgenom-

*) Der *philomathiſchen* zu Berlin, für die der Aufſatz beſtimmt war. *Erm.*

**) Ueber die Fähigkeit der Flamme, der Knochen und des luftleeren Raums, die Wirkungen der voltaiſchen Säule zu leiten, von Erman, in den *Annalen*, Jun. 1802, oder Band XI, S. 143 f. *d. H.*

men allenfalls die entgegen gesetzten Wirkungen der erhitzten Luft beim Sammeln und Zerstreuen der Electricität,) so versuchte ich damahls, die Untersuchungen über die Ursache des Phänomens fürs erste an diese Analogie zu knüpfen. Niemand konnte jedoch die Mängel dieser Hypothese mehr als ich selbst fühlen. Die Zweifel, welche Herr Doctor Bunzen in Kopenhagen *) und einige andere gegen die Richtigkeit meiner Erklärung erhoben, waren mir also keinesweges unerwartet, aber eben deshalb um so erfreulicher, da sie mir die Hoffnung gewährten, in dieser wichtigen und schwierigen Sache thätige Mitarbeiter gefunden zu haben. Da mir aber seitdem keine weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand zu Gesichte gekommen sind, so erlaube man mir hiermit, Bericht abzustatten, über die Ansicht, welche ich durch fortgesetztes Forschen gewonnen habe. Gern bescheide ich mich, dass auch hier der bessere Standpunkt nur als ein augenblicklicher Ruhepunkt zu betrachten ist, von welchem aus noch sehr bedeutende Fortschritte gemacht werden müssen.

I.

Wenn wir uns irgend einen Körper als schliessendes Mittelglied an beiden Polen der Säule ange-

*) Siehe dessen galvani'sche Versuche mit aufserordentlichen mächtigen Säulen, in den *Annalen*, XV, 340 f., Seite 35a. *d. H.*

bracht denken, so sind an und für sich, und abgesehen von jeder Erfahrung, *fünf Fälle* möglich. Dass sie auch alle in der Wirklichkeit, und zwar mit Bestimmtheit, bei specifisch verschiedenen Substanzen Statt finden, dieses hoffe ich jetzt durch unumstössliche Thatsachen zu beweisen.

Um mich aber kürzer und bestimmter ausdrucken zu können, schlage ich folgende Nomenclatur vor, zur Bezeichnung der fünffach verschiedenen Modification des Leitungsvermögens, wie ich sie wahrgenommen habe. Dass diese Nomenclatur, wie jede andere, den Veränderungen unterworfen bleibt, die aus einer noch tiefern Ergründung der Thatsachen hervor gehen können, versteht sich ungesagt.

Der von Pol zu Pol an die Säule angebrachte Körper ist

Nicht-Leiter
(isolirend)
Ite Klasse.

Man kann durch ihn keinen der einzelnen Pole weder laden noch entladen. Im Conflicte der beiden Pole hemmet er folglich alle wechselseitige Wirkung jedes Pols. Der Kreis ist *nicht* geschlossen.

Leiter.

Man kann durch ihn jeden einzeln. Pol entladen, und den entgegen gesetzten laden. Bei Anlegung des Leiters von Pol zu Pol kann er sich zeigen, als

Vollkommener Leiter.
IIte Klasse.

Jede Wirkung eines individuellen Pols, des positiven so wie des negativen, verschwindet bei der Anlegung. Der Kreis ist *vollkommen geschlossen.*

Unvollkommener Leiter.

Die specifischen Wirkungen der individuell. Pole sind während der Anlegung noch wahrnehmbar.

Bi-Polar.
IIIte Klasse.

Die specifischen Wirkungen beider Pole sind am Leiter selbst zugleich wahrnehmbar. Der unvollkommene Leiter theilt sich in zwei Zonen, wovon die eine den positiven, die andere den negativen Effect zeigt. Der Kreis ist *unvollkommen* geschlossen.

Uni-Polar.

Die specifischen Wirkungen nur eines einzigen Pols sind am Leiter wahrnehmbar. Der Körper, der den Effect jedes einzelnen Pols leitete, leitet während des Conflicts beider, nur den Effect des einen; der andere bleibt isolirt. Der Kreis ist *nicht* geschlossen.

Positiv.-Uni-Polar. *IVte Klasse.*

Der von Pol zu Pol angebrachte Leiter isolirt im Conflicte den negativen Effect, und leitet nur den positiven. Daher bleibt nach ableitender Berührung dieses Mittelgliedes der negative Pol auf das Maximum geladen, und der positive durchaus entladen.

Negativ.-Uni-Polar. *Vte Klasse.*

Der von Pol zu Pol angebrachte Leiter isolirt im Conflicte den positiven Effect, und leitet nur den negativen. Daher bleibt nach ableitender Berührung dieses Mittelgliedes der positive Pol auf das Maximum geladen, und der negative durchaus entladen.

2.

Die Disjunction zwiſchen *vollkommenen Iſolatoren* und *vollkommenen Leitern* wurde am früheſten an der Säule wahrgenommen; und ob man zwar glauben kann, daſs in dieſer Hinſicht keine erhebliche Entdeckungen zu machen übrig bleiben, ſo iſt doch ſehr zu wünſchen, daſs man die Sache nicht für ſo ganz abgemacht halte; denn es iſt möglich, daſs auch hier noch wichtige Modificationen des Leitungsvermögens im Verborgenen exiſtiren. So iſt es zum Beiſpiel noch nicht factiſch erwieſen, ob bei den ſo genannten vollkommenen Leitern nicht Grade des Leitungsvermögens Statt finden. Man iſt geneigt, z. B. alle Metalle als gleich gute Leiter anzuſehen: ich wünſchte, daſs man dieſen Satz nicht ſo unbedingt annähme, ehe eine directe Meſſung es bei allen beſtätigte. Ja, wer weiſs ſogar, ob nicht am Ende noch bei irgend einem Metalle gewiſſe Eigenſchaften ans Licht treten, die in Rückſicht auf galvani'ſche Electricität denen analog ſind, welche den Kobalt, das Eiſen und den Nickel in Rückſicht auf Magnetismus ſo ausgezeichnet charakteriſiren.

Was die *dritte* Klaſſe anbelangt, ſo werde ich für jetzt nichts zu demjenigen hinzu fügen, was früher über die Phänomene der *Bi-Polar-Leiter* geſagt worden. *) Vielleicht iſt ihre Wirkungsart am beſten

*) In der Abhandlung des Hrn. Prof. Erman, womit Band X der Annalen beginnt. *d. H.*

durch Vergleichung mit der der *Uni-Polar-Leiter* zu ergründen. Ich begnüge mich alſo damit, hier über die paradoxe Exiſtenz der beiden Arten von *Uni-Polar-Leitern* einige Bemerkungen mitzutheilen.

3. *Poſitiv-Uni-Polar-Leiter.* (IVte Klaſſe.)

Die am Eingange erwähnte Vorleſung enthielt bereits einige hierher gehörige Thatſachen. Ich werde ſie deſſen ungeachtet kurz wiederhohlen, um die Ueberſicht des Ganzen zu erleichtern, um einige der ſpäter gemachten Erfahrungen beſſer einſchalten zu können, und um die früher gegebene hypothetiſche Erklärung dadurch einer ſtrengern Kritik zu unterwerfen.

Eine thätige Säule ſey ſo vollkommen wie möglich auf einer nicht-electrophoriſchen Harzfläche von 1½ bis 2 Fuſs Durchmeſſer iſolirt, und mit jedem Pole ſey ein empfindliches Electrometer verbunden.

a. Die *Flamme* einer eben ſo ſorgfältig iſolirten *Weingeiſtlampe* berühre bald den einen, bald den andern Polardraht; am entgegen geſetzten Electrometer findet hierbei keine wahrnehmbare Veränderung der Divergenz Statt.

b. Wird aber die den einen Pol berührende Flamme in leitende Verbindung mit dem Boden gebracht, ſo erhält jedes Mahl das Electrometer des entgegen geſetzten Pols das Maximum der Divergenz; und zwar iſt dieſe Wirkung an beiden Polen

durchaus gleich. Auch zerſtört die nicht-iſolirte Flamme jede vorher beigebrachte Divergenz des Pols, den ſie berührt.

Die Flamme des Weingeiſtes wirkt alſo wie der beſte vollkommene Leiter, wenn ſie an jeden einzelnen Pol angebracht wird.

c. Verbindet man beide Polardrähte mit derſelben iſolirten Flamme, ſo zeigen die Electrometer durch ihre Divergenz, die nach wie vor dauert, daſs der Kreis durchaus nicht geſchloſſen iſt, und daſs alſo die leitende Eigenſchaft der Flamme im Conflicte beider Pole durchaus verloren gegangen iſt. Auch findet durch Vermittelung der Flamme weder Waſſerzerſetzung, noch irgend ein anderer chemiſcher Prozeſs Statt. — Berührt man während der Application der Flamme irgend einen Pol ableitend, ſo erhält dadurch das entgegen geſetzte Electrometer das Maximum der Divergenz eben ſo, als wenn ſich die Säule in der vollkommenſten Iſolation befände.

d. Berührt man aber die Flamme ſelbſt ableitend, ſo bekömmt der negative Pol das volle Maximum ſeiner Divergenz, und der poſitive verliert jede Spur davon, wenn man ihm auch früher abſichtlich die gröſstmögliche Divergenz ertheilt hätte, und es iſt ganz unmöglich, durch Vermittelung der Flamme auf den negativen Pol zu wirken.

Die Flamme des Weingeiſtes leitet alſo im Conflicte, nach wie vor, den poſitiven Effect ganz vollkommen; für den negativen iſt ſie aber ein eben

ſo vortrefflicher Iſolator geworden: ſie iſt ein *poſitiv-unipolarer Leiter.*

Sehr auffallend iſt der ausgebreitete Wirkungskreis dieſer leitenden Kraft der Flamme für den poſitiven Effect. Man bringt nicht nur durch die unmittelbare Berührung der Flamme das negative Electrometer zur höchſten Divergenz, ſondern es findet auch ſchon die Wirkung Statt, wenn nur der Zuleiter, der mit dem Boden in Verbindung iſt, ſich der Spitze der Flamme nähert. Die poſitive Electricität iſt völlig abgeleitet, und der Minuspol dem entſprechend geladen, wenn man mit einer uniſolirten metallenen Spitze oder Scheibe, oder auch mit der bloſsen Hand über die Flamme in einer Entfernung von mehrern Zollen, ja von einigen Fuſsen langſam wegfährt.

Dieſe merkwürdige Ausbreitung des poſitiven Wirkungskreiſes der Flamme iſt es ganz eigentlich, was mich auf die Hypotheſe einer Zerſtreuung des $+E$ durch die Flamme gebracht hatte. Der ausgezeichnete Einfluſs der chemiſchen Conſtitution des Körpers, von dem die Flamme entſteht, auf das Phänomen dieſes anomalen Leitungsvermögens, hat mich aber zuerſt belehrt, daſs der Grund dieſer Erſcheinungen viel tiefer liegt, und die gleich zu erwähnende Auffindung der *negativ-unipolar*-leitenden Eigenſchaft, bei Körpern von feſtem Aggregationszuſtande, bewährte dieſe Anſicht als die beſſere.

Es ist in der That auffallend, dafs man, trotz der vollständigsten Auseinandersetzung der Verbrennungsprozesse, oft noch geneigt ist, von der Flamme im Allgemeinen, als von etwas absolutem und in jedem Falle sich gleich seyendem, gemeinschaftliche Eigenschaften zu prädiciren. Die mit so vielem Eifer bestrittene Frage: ob die Flamme zu den Leitern oder Isolatoren der galvani'schen Electricität gehöre, trägt so offenbar diesen logischen Fehler an der Stirn, dafs es in der That sonderbar genug ist, dafs keiner früher auf diesen wesentlichen Umstand geachtet hat. Als Resultat der comparativen Untersuchungen, die ich von diesem Gesichtspunkte aus anstellte, treten die electrischen Erscheinungen der Flamme an der Säule mit der ausgezeichnetsten Verschiedenheit hervor, je nachdem die brennbaren Körper, von welchen die Flamme herrührt, in ihrer chemischen Constitution verschieden sind.

Die Flamme aller Substanzen, welche in ihrer Mischung Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten, ist, wie natürlich, mit der Flamme des Weingeistes überein stimmend: sie leitet vollkommen jeden einzelnen Pol, bei Schliefsung der Kette gehört sie aber ganz ausschliefsend dem positiven zu. *Naphtha*, *fette* und *ätherische Oehle*, *Bernstein*, *Kampher*, *Harze*, *Wachs* und *Talg* geben unipolar-positive Flammen.

Der Kohlenstoff ist aber zu dieser Wirkung keine nothwendige Bedingung. Ich füllte oft ein Gazo-

meter mit chemiſch-reinem *Waſſerſtoffgas*, und fand jedes Mahl, daſs die Flamme dieſes Gas ebenfalls für jeden einzelnen Pol ein vollkommener Leiter war, daſs ſie aber im Conflicte der beiden Pole dem poſitiven ganz ausſchlieſsend zugehörte, und den negativen abſolut iſolirte.

Die Flamme des *Schwefels* hingegen iſolirte durchaus jeden Effect der Säule; es iſt unmöglich, durch ihre Vermittelung irgend einen Pol zu laden; es findet folglich auch dieſelbe Iſolation an beiden Polen Statt, wenn die Flamme des Schwefels angewendet wird, den Kreis zu ſchlieſsen. Wie peremtoriſch aber die chemiſche Conſtitution des brennenden Körpers auf den Leitungsprozeſs entſcheidet, ſieht man ein, wenn dem Schwefel irgend ein kohlenſtoff- oder waſſerſtoffhaltender Körper beigemengt wird. So iſolirt zum Beiſpiel die Flamme der Schwefelfäden die Electricität der Säule nicht, ſondern ſie tritt wegen des ungemein geringen Antheils von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff des vegetabiliſchen Fadens, mit einer auffallenden Beſtimmtheit in die Klaſſe der *Poſitiv-Unipolar-Leiter*.

Höchſt merkwürdig iſt die Eigenſchaft, welche der Flamme des *Phosphors* zukömmt. Einzeln an jeden Pol angebracht, entladet ſie ihn, und ladet den entgegen geſetzten; im Conflicte aber weicht ſie durchaus ab von den Eigenſchaften aller andern Flammen, die ich geprüft habe. Sie iſt *negativ unipolar*; das heiſst, wenn man ſie als Mittelglied zur

Schliefsung der Kette anwendet, ſo leitet ſie vorzugsweiſe den negativen Effect; denn ihre ableitende Berührung ladet den poſitiven Pol und nimmt dem negativen jede Divergenz, ſo wohl die natürliche, als auch die, welche vorher künſtlich beigebracht worden. Daher findet bei ihr ebenfalls keine Schliefsung der Kette Statt, aber aus ganz entgegen geſetzten Gründen. Um die Wirkung des flammenden Phosphors ganz rein zu erhalten, und die etwanige Concurrenz des Waſſerſtoffs ganz zu vermeiden, habe ich die Vorſicht gebraucht, die zu verbrennenden Phosphorſtücke nicht nur vom anhängenden Waſſer und Oxyd durch mechaniſche Mittel zu befreien, ſondern ich hielt ſie auch 24 St. vorher in einem Gefäſse mit ſalzſaurer Kalkerde verſchloſſen. Werden dem Phosphor waſſerſtoff- oder kohlenſtoffhaltige Subſtanzen, z. B. Kampher oder ätheriſche Oehle, ſo zugemengt, daſs ſie zugleich mit ihm brennen, ſo ertheilen dieſe augenblicklich der Flamme des Phosphors die Eigenſchaft, *poſitiv-unipolar* zu werden. *)

*) Die Unterſuchung des brennenden Phosphors iſt äuſserſt ſchwierig; und bis ich ein beſſeres Mittel aufgefunden habe, ſie mit völliger Sicherheit und mehrerer Dauer anzuſtellen, muſs ich mich leider mit etwas ſchwankenden Reſultaten begnügen, trotz aller Wiederhohlungen. Das Auge muſs dem brennenden Phosphor nahe genug gebracht werden, um vollkommen ſicher zu ſeyn, daſs die Drähte im Momente der electroſkopiſchen Beob-

Einiges Nachdenken über die Reſultate dieſer Verſuche belehrt uns hinlänglich von dem Mangelhaften der oben erwähnten Hypotheſe. Wenn die ſpecifiſche Leitungsart der Flamme des Weingeiſtes

achtung ſich auch beide in der ſehr unruhigen Flamme befinden, und im nämlichen Augenblicke muſs es ſich auf die Electrometer wenden, um die Wirkung eines jeden comparativ wahrzunehmen. Nun geht der erſte und günſtigſte Augenblick der Beobachtung, wo noch wenig Säure erzeugt, und wenig Phosphor ſublimirt worden, ganz verloren, weil nach allen Richtungen und in bedeutender Entfernung brennende Maſſe verſpritzt wird, die nur gar zu leicht das nahe gehaltene Auge auf immer unbrauchbar machen kann. Hat ſich die ruhigere Verbrennung eingeſtellt, (die doch vielleicht ſchon von der frühern chemiſch verſchieden iſt,) ſo findet ſich am blendenden Lichte ein eben ſo groſses Hinderniſs. Das Auge wird davon ſo überreizt, daſs man in den erſten Secunden die feine Unterſuchung der zarten Goldblättchen nicht mit Sicherheit anſtellen kann; während ſich die Sehkraft wieder geſammelt hat, hat ſich aber Höhe und Richtung der Flamme in Beziehung auf die Drähte wieder etwas geändert, oder dieſe Aenderung war wenigſtens möglich und höchſt wahrſcheinlich. Es iſt auch wohl zufälliger Weiſe von dem Phosphor ſelbſt etwas continuirlich zwiſchen beide Drähte angeſpritzt oder gar ſublimirt worden, und die Beobachtung muſs von vorn an wiederhohlt werden. Dieſe Schwierigkeiten zu überwinden, kenne ich nur zwei Mittel: die ſehr häufige Wiederhohlung und allenfalls das Vor-

von ihrem zerſtreuenden Vermögen herrührte, ſo müſsten ganz unbedingt die Flamme des Schwefels und die des Phosphors gleiche Wirkungen hervor bringen. Da die erſte aber alles, die zweite ſogar

halten einer Brillenmaske. Ich habe beide oft angewendet, und kann deſſen ungeachtet *nur* folgende Punkte als peremtoriſch entſchieden anſehen.

1. Die Flamme des Phosphors weicht ganz beſtimmt von der der hydrocarboniſirten Körper ab. Sie iſt durchaus *nicht* unipolar-poſitiv.

2. Sie nähert ſich auſserordentlich den negativ-unipolaren Leitern; meiſtens wirkt ſie ganz wie dieſe. Ob die Abweichungen, die ich einige Mahl wahrnahm, zufällig oder weſentlich waren, kann ich noch nicht entſcheiden.

3. Die Zumiſchung von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff ändert die Flamme des Phosphors ganz auffallend, und macht ſie unipolar-poſitiv.

4. *Ich* erhielt nie Bipolar-Contractionen; ob ſie an und für ſich unmöglich ſind, darf ich nicht behaupten, glaube es aber feſt, weil ich, nach dem, was ich geſehen habe, die Flamme des Phosphors für unipolar-negativ halten muſs.

Ich erwähne dieſe Umſtände *Ein Mahl* und hauptſächlich zur Steuer der Wahrheit, um mich für *alle* im Aufſatze erwähnte Thatſachen, wie ich ſie erwähnte, ohne Ausnahme ganz verbürgen zu können; und *zweitens*, damit nicht irgend jemand, der ungewarnt den Verſuch wiederhohlen wollte, eine traurige Verletzung des Auges erleide, wie ich denn ſelbſt, trotz aller Vorſicht, einige Mahl ganz nahe daran war. Ich wünſche ſehr,

den negativen Effect isolirt; und da das Hinzufügen eines Hydrogen oder Kohle enthaltenden Körpers diese Flammen alle in *positiv-unipolare* verwandelt: so ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass diese Anomalieen des Leitungsvermögens der Flammen nicht von einem so zu sagen mechanischen Grunde herrühren; das Detail der Phänomene scheint vielmehr auf eigenthümliche Verwandtschaften der + und — E mit diesen oder jenen Substanzen zu führen. Am Schlusse dieser Abhandlung werde ich diese Ansicht noch durch mehrere Gründe bestätigen: hier aber wird der Ort seyn, einen nicht ganz unwichtigen Satz in der Lehre vom Galvanismus einzuschalten, indem es sich gleich ausweisen wird, wie er mit dem abgehandelten Gegenstande zusammen hängt.

4.

Der Satz ist folgender: *Man erhält Contractionen auch an einem einzelnen Pole der Säule ohne Schliessung des Kreises.*

Wenn nämlich dieser Pol durch vorher gegangene ableitende Berührung des entgegen gesetzten Pols

dass man ein Mittel finde, diese unangenehmen Hindernisse wegzuschaffen; mir ist es noch nicht vollkommen gelungen. Beiläufig: ist es blosse Täuschung, oder ist wirklich die Flamme des Phosphors viel undurchsichtiger, als die Hydrocarbonisirten? Vermuthlich blos ein subjectiver Effect der Blendung. *Erman.*

auf das Maximum der Ladung gebracht worden, und nun dieſe Ladung ſich durch Vermittelung eines ſehr reizbaren thieriſchen Theiles in den Boden ergieſst, ſo wird dieſer thieriſche Theil, ungeachtet die Säule dabei ganz offen bleibt, doch eine ſehr ausgezeichnete Inciſation der Myotilität darthun. Dies iſt das Theorem; folgendes die Art, wie ich darauf gekommen bin, und der Beweis.

Ich hatte durch frühere Unterſuchungen gezeigt, daſs Herr von Humboldt mit vollem Rechte behauptet habe, man könne durch Vermittelung der Flamme keine phyſiologiſch-galvani'ſche Erſcheinungen erhalten. Die franzöſiſchen Phyſiker ſprechen aber immerfort von Reizverſuchen, die unter ſolchen Umſtänden manchmahl gelingen, oft aber nicht. Auch machte Herr Doctor Bunzen gegen meine Vertheidigung des Humboldt'ſchen Satzes die Einwendung, daſs bei Schlieſsung ſeiner Säule von 2000 Paaren an der Flamme doch Contractionen entſtänden. Ich entſchloſs mich alſo, dieſe anomalen Erſcheinungen, die mir ſelbſt längſt bekannt waren, die ich aber auſserweſentlichen Umſtänden zuſchrieb, noch ein Mahl einer ſtrengen Prüfung zu unterwerfen. Ich ging bei ihr von der Definition der poſitiv-unipolaren Leiter aus; ſie ſtimmte in ihrem Reſultate durchaus mit derſelben überein.

Man habe eine vollkommen iſolirte Säule, und eine eben ſo iſolirte hydrocarboniſirte Flamme. Das ſehr reizbare Froſchpräparat ſey am negativen Pole

als vermittelndes Glied angebracht. Nun ſchlieſse man den Kreis an der Flamme mit einem völlig iſolirten Auslader; es wird nie die mindeſte Spur einer Contraction Statt finden, da die Flamme nur den poſitiven Effect leitet, den negativen aber ganz vollkommen iſolirt. Wiederhohlt man aber die Schlieſsung mit dem einzigen Unterſchiede, daſs der Auslader nicht iſolirt gehalten wird, ſo entſtehen augenblicklich Contractionen, die auch nie ausbleiben, ſo lange das Subject den gehörigen Grad der Incitabilität behält.

Die Theorie dieſer Erſcheinung war nunmehr nicht ſchwer zu finden. Der an die Flamme angebrachte uniſolirte Leiter ladet jedes Mahl den negativen Pol, und mit ihm das daran gebrachte Präparat auf das Maximum. Bringt man nun ferner den uniſolirten Auslader an das Präparat, als wollte man ſchlieſsen, ſo entladet ſich dieſes in den Boden, und der Muskularreiz findet Statt im Momente der Entladung. Dieſen Verlauf beſtätigt vollkommen der Gang der Electrometer. Die Flamme dient hier alſo durchaus nur als Mittel, den negativen Pol zu laden, und der einzige Grund der Contraction iſt der plötzliche Uebergang dieſer negativen Ladung in den Boden durch die organiſchen Theile hindurch.

Iſt dieſe Theorie richtig, ſo muſs man gerade dieſelben Phänomene erhalten, wenn auch keine Flamme im Spiele iſt. Und das iſt in der That der Fall. Alles bleibe wie vorher, nur löſche man

die Flamme aus, lade aber den negativen Pol durch vorüber gehende unmittelbare Berührung des positiven Pols, und entlade ihn alsdann durch Berührung des daselbst angebrachten Präparats. Die Contractionen werden nie ausbleiben, und den vorigen in allen Stücken gleich seyn.

Durch diese Versuche wird nun der Humboldtsche Satz völlig erwiesen; die Flamme gewährt nie Contractionen durch Schliessung des Kreises, und wir erhalten zugleich einen angenehmen Zuwachs unsrer Erkenntniss, nämlich das vorher erwähnte Theorem. Ich schlage vor, diese, ohne Schliessung des Kreises durch bloſse Vermittelung des Bodens eintretende physiologische Wirkung *Unipolar-Contractionen* zu nennen, um sie von den bisher bekannten, wo der Kreis wirklich von Pol zu Pol geschlossen wird, und welche die *Bipolaren* heissen mögen, zu unterscheiden.

Um schliesslich nur ein einziges Beispiel von dem wichtigen Einflusse dieser Untersuchungen zu geben, diene Folgendes: Herr Lehot, und mehrere vor und nach ihm, glauben durch äuſserst feine Beobachtung der Bipolar-Contractionen dargethan zu haben, dass es zur Reizung der Myotilität nicht gleichgültig ist, ob die electrische Wirkung von den Nerven zu den Muskeln, oder umgekehrt von den Muskeln zu den Nerven gehe. *) Die bloſse Ahnung eines solchen Unterschiedes flöſst Ehrfurcht

*) Lehot in den *Annalen*, IX, 188. *L. H.*

ein, wenn wir, wie doch der Sinn ist, statt Nerve, Mittelpunkt der Gehirnthätigkeit sagen, und uns unter Muskel den peripherischen Radius der Spontaneität denken. Um so mehr thut es mir leid, eine so erhabene Ansicht nicht bestätigt zu finden. Bei den Bipolar-Contractionen ist es vielleicht unmöglich, das Quantitative und die Richtung einer jeden specifischen Wirkung beider Pole rein zu bestimmen. Bei denjenigen Contractionen hingegen, wo wir es mit einem einzigen Pole und dem blofs passiven Boden zu thun haben, spricht sich die Ursache mit der gröfstmöglichen Einfachheit aus. Nun aber finde ich eben hier bei diesen unipolaren Contractionen, dafs es durchaus gleich ist, ob, (um den Franklinischen Sprachgebrauch anzuwenden,) die Electricität am Pluspole von den Nerven aus durch die Muskeln progressiv in den Boden strömt, oder ob sie sich umgekehrt vom Boden her durch die Muskeln zu den Nerven und so fort zum negativen Pole regressiv bewegt. Die Untersuchung ist übrigens äufserst leicht anzustellen. Die gehörig energische Säule von ungefähr 100 Zink- und Silberplatten sey auf das allervollkommenste isolirt, und habe durch gleichmäfsige Theilung ihre beiden Pole nach oben gekehrt. Die Muskeln des so eben secirten erregbaren Subjekts legt man auf den positiven Pol, so dafs die Nerven ganz frei herab hängen. Man berührt nun den negativen Pol ableitend; der positive wird dadurch aufs höchste geladen. Während das Electrometer dieses noch

anzeigt, bringe man die Nerven in continuirliche Leitung mit dem Boden: es wird eine heftige Contraction Statt finden; und doch ging hier die Action von Muskel in den Nerven zum Boden über. Man verſuche nun ſchnell hinter einander die drei übrigen Combinationen:

+ *E*, Nerve, Muskel, Boden
— *E*, Muskel, Nerve, Boden
— *E*, Nerve, Muskel, Boden.

Man wird bei allen identiſche Wirkungen erhalten, welches dieſen Hoffnungen der Phyſiologie keinen glänzenden Ausgang verſpricht.

Von einigen chemiſchen und phyſiſchen unipolaren Wirkungen nehme ich mir vor, bei einer andern Gelegenheit ein Mehreres zu ſagen, und kehre nach dieſer Art von Abſchweifung zum eigentlichen Gegenſtande dieſer Vorleſung zurück.

5. *Negativ-unipolare Leiter.*

Folgende Thatſachen beweiſen die Exiſtenz der Subſtanzen, die, an jedem einzelnen Pole angebracht, die Electricität der Säule vollkommen leiten, die aber als Zwiſchenmittel bei Schlieſsung des Kreiſes nur die negative Electricität leiten, während ſie den poſitiven Effect ganz iſoliren.

Der Wunſch, alle mögliche Modificationen des Leitungsvermögens in der Realität aufzufinden, ſpornte mich an, eine groſse Menge von Körpern in dieſer Hinſicht zu prüfen. Die Analogieen, nach welchen ich ſuchte, waren aber ſehr mangelhaft, und

und ich erreichte nur ſpät meinen Zweck. Die immer etwas ſchwankende Eigenthümlichkeit der Flamme des Phosphors, die ſie zum *Negativ-unipolar-Leiter* zu eignen ſcheint, entdeckte ich erſt, nachdem ich dieſelbe Eigenſchaft mit der ausgezeichnetſten Beſtimmtheit bei einigen feſten Subſtanzen, unabhängig von jeder Verbrennung oder Verdampfung wahrgenommen hatte. Die Subſtanzen dieſer Art, die ich als normal anführen kann, ſind der *concrete trockene thieriſche Eiweifsſtoff* und die *feſten alkaliſchen Seifen* jeder Art, wenn ſie nur bis zum höchſten Grad der Trockenheit gebracht werden.

a. Es ſey eine vollkommen iſolirte Säule mit ihren Polarelectrometern verſehen. Berührt man irgend einen Pol mit einer auch noch ſo groſsen Maſſe von höchſt trockener *Seife*, die man frei in der Hand hält, ſo verliert der berührte Pol augenblicklich alle ſeine Divergenz, und der entgegengeſetzte erhält das correſpondirende Maximum der Spannung. *Die trockene Seife leitet alſo an jedem einzelnen Pole* eben ſo vollkommen, als ein metalliſcher Zuleiter; die trockene ganz ſo gut wie die am Berührungspunkte benetzte, und zwar iſt an keinem der beiden Pole irgend eine Verſchiedenheit in der Quantität der Wirkung wahrzunehmen. Die Folge wird lehren, daſs die zwei letztern Umſtände von Wichtigkeit ſind; ich habe ſie durch Meſſungen mit Volta's Electrometer ſo genau wie möglich geprüft.

b. Steckt man nun die Enden der beiden Polardrähte der Säule in eine und dieſelbe Maſſe Seife, die man vollkommen iſolirt hat, ſo zeigen ſich, trotz der vorher beobachteten leitenden Eigenſchaft der Seife, die Pole der Säule vollkommen iſolirt. Wenn man ſie vorher abgeglichen hat, ſo tritt an jedem eben die Divergenz ein, als wenn ſie nicht die mindeſte Verbindung mit einander hätten, und man kann jeden einzelnen auf das Maximum laden: der Kreis iſt durchaus nicht geſchloſſen.

c. So bald man aber die Seife in ableitende Berührung mit dem Boden bringt, ſo divergirt augenblicklich das Electrometer des poſitiven Pols auf das äuſserſte; das negative hingegen hat alle Divergenz verloren, eben ſo, als hätte man bei einer iſolirten Säule den negativen Pol geradezu berührt. *Die Totalität der Seife gehört alſo im Conflicte ausſchlieſsend dem negativen Effecte zu*, und iſolirt den poſitiven ſo vollkommen, daſs man mit der feinſten Spitze ganz dicht am poſitiven Drahte keinen Punkt auffinden kann, durch deſſen Berührung man dem poſitiven Pole auch das mindeſte von ſeiner Ladung entziehen könnte.

Man erhält den auffallendſten Beweis dieſer paradoxen Eigenſchaft, wenn man mit benetztem Finger zugleich den negativen in die Seife gehenden Polardraht, und die Seife ſelbſt berührt. Es wird keine Erſchütterung Statt finden, und die Electrometer zeigen nicht die mindeſte Aenderung in ihren reſpectiven Divergenzen, das poſitive bleibt null,

und das negative erreicht das Maximum eben ſo wie durch bloſse Anlegung der Hand an die Seife. Wiederhohlt man aber dieſen Verſuch ſo, daſs man mit benetzten Fingern am poſitiven Drahte und an der Seife ſchlieſst, ſo erhält man eine Erſchütterung, die Electricitäten ſind beide abgeglichen und der Kreis iſt geſchloſſen.

Es iſt alſo hierdurch erwieſen, daſs auch die fünfte Klaſſe von Leitern in der Wirklichkeit vorhanden iſt, und daſs die Seife ein *negativ-unipolarer Leiter* iſt. Dieſelben Verſuche beweiſen das nämliche vom concreten Eiweiſsſtoffe.

Wir wollen dieſe räthſelhaften Wirkungen noch weiter verfolgen; die intereſſanteſten Thatſachen werden die Belohnung unſers Forſchens ſeyn.

Man unterbreche die Continuität eines der in der Seife befeſtigten Drähte, und ſchalte daran einen *Gasapparat* ein. Es folgt aus dem Geſagten, daſs keine Waſſerzerſetzung Statt finden kann, ſo lange die Polardrähte lediglich durch Vermittelung der Seife auf einander wirken, indem die völlige Iſolation des poſitiven Effects jede chemiſche Action verhindert. Befeuchtet man nun einen kleinen Schwamm oder eine Tuchſcheibe mit Waſſer, und legt ſie ſo an den negativen Polardraht, daſs ſie zugleich die Fläche der Seife berührt, ſo bleibt alles wie zuvor; es findet keine Gasentwickelung Statt. So bald man aber den feuchten Leiter zwiſchen den poſitiven Draht und die Subſtanz der Seife andrückt, ſo ſtellt ſich augenblicklich die Waſſerzerſetzung

mit voller Energie ein, und die Electrometer bezeugen zugleich, dafs die Dazwifchenkunft der feuchten Leiter die anomale Wirkung der Seife augenblicklich in das vollkommenfte Leitungsvermögen verwandelt hat. Zu diefer Metamorphofe ift die geringfte Quantität Feuchtigkeit fchon hinreichend. Ich habe oft gefehen, dafs eine Metallplatte, die ich ein einziges Mahl angebracht hatte, die Waffererzerfetzung vermittelte, wenn ich fie im feuchten Zuftande in gemeinfchaftliche Berührung mit dem pofitiven Polardrahte und der Seife gebracht hatte, indefs daffelbe Metallftück in feinem gewöhnlichen trockenen Zuftande durchaus nichts ähnliches hervor brachte. Diefe Wirkung gehört übrigens dem Waffer als folchem zu, und nicht etwa der blofsen Liquidität; denn tropfbare, aber nicht wäfferige Körper, die man in einer kleinen Höhlung zwifchen dem pofitiven Drahte und der Seife anbringt, ändern durchaus nichts an der anomalen Leitungsart der Seife, wie ich es bei Queckfilber, Naphtha und verfchiedenen Oehlen oft gefunden habe.

Das am Infertionspunkte des pofitiven Drahts angebrachte Waffer erleidet eine chemifche Zerfetzung; denn nach der verfchiedenen Natur des Polardrahts entfteht dort an ihm häufiges Oxyd, oder eine Gasart, die bei der Viscidität des Seifenwaffers fogleich als Schaum erfcheint. Auch ift die Zeit, während der die angelegten feuchten Leiter den Kreis wirkfam fchliefsen, immer befchränkt, im

geraden Verhältniſſe der Waſſermenge und im umgekehrten der Energie der Säule. In jedem Falle aber haben die electrometriſchen und chemiſchen Wirkungen, welche von der Vermittelung des angebrachten Waſſers herrühren, eine ſtets abnehmende Intenſität, und bald iſt die Seife in ihre vorige Anomalie des Leitungsvermögens zurück getreten.

Nun erſt läſst ſich einſehen, warum die Seife, die man zu dieſen Unterſuchungen anwendet, durchaus von jedem anhängenden Waſſer befreiet ſeyn muſs. Iſt dieſes nicht der Fall, ſo verhindert der Rückſtand von Feuchtigkeit, die der poſitive Polardraht am Inſertionspunkte vorfindet, die augenblickliche Erſcheinung der eigenthümlichen Leitungsart der Seife, und man muſs es alsdann abwarten, bis dieſer geringe Antheil auſserweſentlichen Waſſers durch die galvani'ſche Action zerſetzt worden iſt. Auch findet man in dieſem Falle den poſitiven Polardraht, der in die Seife ging, mehr oder weniger oxydirt, welches bei gehöriger Austrocknung der anzuwendenden Subſtanz nie Statt findet. Wenn man den von ſeinem Oxyd befreiten poſitiven Draht in die feuchte Seife an irgend einem andern Punkte hinein ſteckt, ſo wird, wie ſich von ſelbſt verſteht, durch Vermittelung des Waſſers an dieſer Stelle die Kette aufs neue wieder geſchloſſen.

Man könnte allerdings auf die Vermuthung kommen, daſs das ganze Phänomen der Iſolation des poſitiven Effects lediglich von dieſer eintre-

tenden Oxydation des positiven Drahts herrühre. Um aber diese Erklärung ganz zu widerlegen, braucht man nur Platindrähte anzuwenden. Diese zeigen am positiven Pole nicht die mindeste Oxydation, weder in der feuchten Seife, noch durch Anlegung eines feuchten Zwischenleiters, und gewähren doch das Phänomen der Isolation des positiven Effects mit der grösten Bestimmtheit.

Folgende Wahrnehmungen sind in mehr als Einer Rücksicht sehr belehrend. Man bringe zwei absolut-trockene und isolirte Massen Seife *A* und *B*, (Fig. 3, Taf. II,) jede mit einem der Polardrähte der Säule in Berührung, und setze durch einen metallenen Bogen die beiden Massen in leitende Gemeinschaft. Die Electrometer zeigen alsdann eine vollkommene Isolation beider Pole an, und die ableitende Berührung irgend eines der Seifenstücke oder des vermittelnden metallenen Bogens entladet den negativen Pol, und bringt den positiven auf das Maximum der Divergenz. Legt man nun einen feuchten Leiter an den positiven Polardraht und die Seife *A* an, so zeigt das Electrometer, dass die ganze Masse *A* nebst dem vermittelnden Metallbogen dem + - Pole zugehört, da die Berührung dieser Theile das positive Electrometer entladet, und das negative auf das Maximum der Divergenz bringt. Die ganze Seifenmasse *B* aber gehört dem negativen Effecte, und wirkt umgekehrt auf die Electrometer. Auch erhält man keine Wasserzersetzung, und die gemeinschaftliche Berührung von *A* und *B* er-

theilt dem Froſchpräparate und ſelbſt den benetzten Fingern eine erſchütternde Entladung. Dieſer Gegenſatz der beiden Seifenmaſſen hört augenblicklich auf, und die Waſſerzerſetzung tritt ein, wenn ein zweiter feuchter Leiter da angebracht wird, wo der vermittelnde metallene Bogen die Maſſe *B* berührt, weil nunmehr dieſer Punkt den poſitiven Pol repräſentirt. Es erhellt hieraus, daſs die Feuchtigkeit der totalen Seifenmaſſe gar nicht in Betrachtung kommt, und der Punkt, wo der feuchte Leiter angebracht werden muſs, wird mit der gröſsten Beſtimmtheit angegeben.

Ich wünſchte ſehr, daſs die Naturforſcher, welche die Phänomene der Säule von der reellen und materiellen Ausſtrömung einer Flüſſigkeit ableiten, dieſen Erfolg in ernſte Erwägung zögen. Nach ihrer Hypotheſe müſsten die Erſcheinungen der *negativ-unipolaren* Seife von einem erſchwerten Uebergange der electriſchen Flüſſigkeit aus dem Polardrahte in die Subſtanz der Seife herrühren, während das Abflieſsen der electriſchen Flüſſigkeit aus der Seife durch den negativen Draht kein Hinderniſs erlitte. Wie kömmt es nun aber, daſs vor Anlegung des feuchten Leiters die Berührung der Maſſe *A* den poſitiven Pol ſo vollkommen ladet. Hier wäre doch ganz unläugbar electriſche Flüſſigkeit vom Berührungspunkte in *A* durch den metallenen Bogen in die Maſſe *B* ungehindert eingeſtrömt; warum ſollte nicht gerade daſſelbe durch den poſitiven Polardraht in *A* Statt finden können?

Ich für meinen Theil bin noch immer sehr geneigt, zu glauben, dafs die charakteristische Eigenschaft der feuchten Körper, als *bipolare Leiter* in der Säule zu wirken, der eigentliche Grund ihrer physischen und chemischen Action ist. Man erwäge folgende Thatsachen, die mir viel Aufmerksamkeit zu verdienen scheinen.

a. Es sey die Säule und eine Seifenmasse vollkommen isolirt. Man bringe die Seife mit dem negativen Pole durch metallische Leitung in Continuität. Der positive Pol hingegen sey mit derselben Seife durch eine feuchte Schnur von 9 bis 12 Zoll in Verbindung. Durch die Dazwischenkunft dieses feuchten Leiters am positiven Pole ist die Kette geschlossen, und der Gasapparat bezeugt es durch die darin Statt findende Wasserzersetzung. Bringt man nun zwei Electrometer mit den zwei äufserstеn Enden der feuchten Schnur in Verbindung, so findet man an ihr die ausgezeichnetste Polarität. Das der Säule zunächst befindliche Ende ist positiv, das entgegen gesetzte negativ geladen. Berührt man daher das eine Ende der Schnur, so bringt man dadurch das Electrometer des entgegen gesetzten Endes auf das Maximum der Divergenz. Die Bipolarität des feuchten Leiters ist also für diesen Fall auf das vollkommenste erwiesen.

b. Treffen wir nun die entgegen gesetzte Combination, so dafs die feuchte Schnur nunmehr zwischen den negativen Pol und die Seife zu liegen kömmt, der positive Pol aber mit der Seife durch

Metall in Continuität geſetzt iſt, ſo wiſſen wir bereits, daſs keine Schlieſsung des Kreiſes Statt finden wird, aber an der feuchten Schnur iſt nun auch keine Spur von Polarität wahrzunehmen. Zwei Electrometer, an ihren äuſserſten Enden angebracht, divergiren beide gleichnamig, man braucht nur das eine zu berühren, um das andere zu entladen. Hier alſo iſt jede Spur von Bipolarität zugleich mit der chemiſchen und phyſiſchen Schlieſsung des Kreiſes verſchwunden.

c. In dem Momente aber, wo wir eine wäſſerige Feuchtigkeit zwiſchen dem poſitiven Polardrahte und der Seife anbringen, theilt ſich die Schnur wieder in ihre entgegen geſetzten Zonen, und nun iſt auch der Kreis geſchloſſen. Dieſe Bipolarität hört wieder auf, ſo bald am poſitiven Pole die Feuchtigkeit aufhört zu wirken.

Das Detail aller übrigen Erſcheinungen, welche die trockene Seife in ihren verſchiedenen Applicationen darbietet, übergehe ich, weil ſie ſich ganz ungezwungen aus der bloſsen Definition eines *negativ-unipolaren Leiters* ableiten laſſen; nur einer einzigen werde ich noch erwähnen, weil ſich daraus ein in der Lehre vom Galvanismus ſehr berühmter Streit durch eine ganz poſitive Thatſache auf immer entſcheiden läſst.

Man hat gefragt, *welchem der beiden heterogenen Metalle in der Säule der poſitive, und welchem der negative Effect eigenthümlich zugehört.* Die Meinungen fielen ganz verſchieden aus, je nach-

dem man *Zink, feuchter Leiter, Silber,* oder *Zink, Silber, feuchter Leiter,* als das Element der Säule anſah. Es war in der That ſchwer, ſich von dieſer Willkührlichkeit der Annahme durch eine ganz entſcheidende, von der Säule ſelbſt entlehnte Thatſache loszumachen. Eine ſolche geht nun aber aus folgendem Verſuche mit möglichſter Beſtimmtheit hervor. An irgend einem Punkte der Säule, am bequemſten in ihrem oberſten Endpunkte, bringe man eine Scheibe von völlig trockener Seife zwiſchen der Silber- und Zinkplatte an. Man ſchlieſse nachher von Pol zu Pol. Es wird keine Zerſetzung im Gasapparate Statt finden; der Kreis iſt nicht geſchloſſen. Nun benetze man ganz leiſe mit einem Pinſel die Fläche der Seife, die mit dem Silber in Berührung iſt, und ſchlieſse wieder; es wird ebenfalls kein chemiſcher Prozeſs eingeleitet werden, der Kreis iſt auch hier nicht geſchloſſen. So bald man aber die Fläche der Seife befeuchtet, die den Zink berührt, ſo erhält man in ihrer ganzen Fülle alle chemiſche und phyſiologiſche Wirkungen des geſchloſſenen Kreiſes. Nun wiſſen wir aber zur Genüge, daſs, um wirkſam zu ſeyn, der vermittelnde feuchte Leiter zwiſchen Seife und + *E* treten muſs. Es iſt alſo hierdurch mit der gröſsten factiſchen Evidenz erwieſen, daſs in der Säule der Zink und nicht das Silber der poſitive Factor iſt, und folglich iſt das wahre Element *Zink, Silber, feuchter Leiter.*

Ich habe bis jetzt die Phänomene der negativen Unipolarität beſchrieben, wie ſie ſich an der trockenen Seife äuſsern; dieſe iſt aber, wie bereits geſagt, nicht die einzige Subſtanz, welche zur fünften Klaſſe zu zählen iſt. Auſser der *Flamme des Phosphors*, die allerdings hierher zu gehören ſcheint, finden wir die ausgezeichnetſte *negativ-unipolare Leitung* beim *trockenen Eiweiſsſtoffe*, und zwar mit einer ſolchen Beſtimmtheit, daſs ich dieſe Subſtanz ſtatt der Seife zu allen vorher erwähnten Unterſuchungen vorgeſchlagen hätte, wenn man hier nicht mit einer eignen Schwierigkeit zu kämpfen hätte, nämlich den günſtigſten Grad der Trocknifs genau zu treffen. Man verdichte das Eiweifs durch anhaltendes Kochen des Eies in Waſſer, ſondere dies concrete Albumen ab, und laſſe es noch ferner ſechs bis ſieben Tage an der Luft eintrocknen, bis die Maſſe dem Bernſtein an Farbe und Durchſcheinbarkeit, nicht aber an Sprödigkeit, ähnlich geworden iſt. In dieſem Zuſtande ladet und entladet dieſer Körper jeden einzelnen Pol der Säule eben ſo vollkommen, wie Metall; ſo bald man aber beide Polardrähte in daſſelbe Stück führt, ſo iſt die poſitive Wirkung vollkommen gehemmt, während die negative eben ſo gut wie vorher geleitet wird. Eiweifsſtoff iſt alſo in dieſem Zuſtande ein ganz beſtimmter *negativ-unipolarer Leiter*. Befeuchtet man den Berührungspunkt des negativen Drahts, ſo bleibt alles wie vorher, der Kreis iſt nicht geſchloſſen, — die vollkommenſte Schlie-

ſung zeigt ſich aber durch Contractionen und Zerſetzungen, ſo bald das Waſſer zwiſchen dem poſitiven Drahte und dem Albumen angebracht worden. Metallplatten, deren eine Fläche einen recht trockenen Ueberzug von Eiweisſtoff erhalten hat, laſſen ſich in einigen Verſuchen den aus Seife geſchnittenen Scheiben ſehr gut ſubſtituiren.

Elfenbein, *thieriſche Gallerte* und einige andere thieriſche Stoffe, in einem gewiſſen Grade der Trocknifs, gaben mir oft Erſcheinungen, welche ſie allerdings für dieſe fünfte Klaſſe eignen würden, doch waren bis jetzt dieſe Wahrnehmungen nicht beſtimmt genug, um darüber abſprechen zu dürfen. Von vorzüglicher Wichtigkeit iſt es, die *Sehnen*, die *Flechſen*, die *Aponeuroſen* und die verſchiedenartigen *Membranen* von dieſem neuen Geſichtspunkte aus zu unterſuchen. Bis es erwieſen ſeyn wird, daſs Myotilität und Turgeſcenz mit dem galvani'ſchen Prozeſſe auch nicht die entfernteſte Analogie haben, müſſen wir uns unverdroſſen immer tiefer und tiefer in die Unterſuchung hinein arbeiten. Noch frage man mich nicht, ob ich wohl am Ende zu glauben vermag, daſs die erwähnte iſolirende Eigenſchaft der *negativ-unipolaren Leiter*, und ihre radicale Umwandlung in die beſten Leiter durch momentanes Ausſchwitzen einer wäſſerigen Flüſſigkeit an einem beſtimmten Punkte, mit dem Mechanismus der Spontaneität der vorzugsweiſe ſo genannten *electriſchen Thiere* einen denkbaren Zu-

ſammenhang habe. Ich kann dieſe Frage zur Zeit nicht beantworten, aber geſtehen will ich, daſs ihre Löſung mein Augenmerk bei dieſer Unterſuchung war.

Es eröffnet ſich hier in jedem Falle ein Feld von Unterſuchungen, die durch innigſte Verknüpfung des Phyſiſchen und Chemiſchen zu wichtigen Reſultaten den Weg bahnen müſſen. Feſtes *Waſſer* iſolirt vollkommen; mit Liquefactionswärme verbunden, wirkt es als bipolarer Leiter; und mit mehrerm Wärmeſtoffe bis zur völligen Expanſibilität, iſolirt es wieder, wie man leicht genug wahrnehmen kann, wenn man den ganz durchſichtigen, durch keinen Niederſchlag getrübten Waſſerdampf an der Mündung der Aeolipila zwiſchen den zwei Polardrähten auffängt. *Schwefel* iſolirt, ſeine Flamme iſolirt ebenfalls. *Bernſtein, Naphtha, Waſſerſtoffgas* iſoliren; ihre Flamme leitet, aber nur den poſitiven Effect im Conflicte. *Phosphor* iſolirt; ſeine Flamme leitet, aber meiſt nur den negativen Effect bei Schlieſsung des Kreiſes. Trockene *Seife* und *Eiweiſsſtoff* in feſter Geſtalt ſind *negativ-unipolare Leiter*; flüſſiges Eiweiſs leitet bipolar, und eben ſo die Seife, wenn man ſie behutſam erwärmt, um jede Zerſetzung zu vermeiden; je näher ſie der vollkommenen Liquidität gebracht wird, deſto mehr nähert ſie ſich der zweiten Klaſſe. Meines Erachtens liegt der Grund aller dieſer auffallenden Erſcheinungen in den Verwandtſchaften der Ma-

terien zu den ſpecifiſch verſchiedenen electriſchen Stoffen.

6.

Um von mir den Verdacht zu entfernen, als wollte ich dieſen Thatſachen einen höhern Werth ertheilen, als ſie an und für ſich haben möchten, und zwar dadurch, daſs ich die Erklärung derſelben ſo weit entrücke, will ich ſchlieſslich noch einiger *Hypotheſen* erwähnen, die mich bei meinen Unterſuchungen geleitet haben, die mir jetzt, da ſich das Detail der Phänomene ſo räthſelhaft ausgeſprochen hat, bei weitem nicht mehr genügen, die ich aber deſſen ungeachtet nicht mit Stillſchweigen übergehen will, um zu beweiſen, daſs ich redlich bemüht war, das Neuere an das bereits Bekannte wo möglich anzuknüpfen.

Wenn die *Flammen* gewiſſer Körper im Conflicte beider Pole den negativen Effect iſoliren, ſollte dieſe Erſcheinung nicht von einem öhligen Ueberzuge herrühren, der während der Verbrennung am negativen Polardrahte vielleicht entſteht? So dachte ich, und in der That, es exiſtirt Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff in den meiſten Körpern, deren Verbrennung die erwähnte Erſcheinung giebt. Es wäre ferner allen Analogieen gemäſs, daſs die Oehlerzeugung gerade am Hydrogenpole Statt fände, und nicht an der Oxygenſeite, wo vielmehr Waſſer und Kohlenſäure zu erwarten ſind. Auch findet man in der That die Rufsdendriten am Hy-

drogenpole viel ausgebildeter und länger, vielleicht eben wegen dieſer Oehlerzeugung, die ihnen ein Bindungsmittel und ein bleibendes Daſeyn gewähren. *)

Gegen dieſe einladende Hypotheſe ſpricht Folgendes: Die Flamme des reinſten Waſſerſtoffgas iſt ebenfalls ein *poſitiv-unipolarer Leiter*: wo finden wir hier den zur Oehlerzeugung nöthigen Kohlenſtoff? Die mikroſkopiſche Unterſuchung beider Drähte, nachdem ſie ſich bald nur einen Augenblick, bald eine ſehr geraume Zeit in derſelben *poſitiv-unipolaren Flamme* befunden hatten, hat mir nie einen conſtanten Unterſchied zwiſchen beiden Polardrähten gezeigt. Die Electrometer zeigen ferner, daſs in dem nämlichen Augenblicke, in welchem die vom negativen zum poſitiven hinragenden Dendritenzweige den poſitiven Draht nur im mindeſten berühren, der Kreis vollkommen geſchloſſen

*) Daſs die Vegetation dieſer Dendriten von der electriſchen Spannung herrührt, die am iſolirten Negativen ausſchlieſsend Statt findet, wird mir immer wahrſcheinlicher. Wenn man Kien- oder Bernſteinöhl in einer porzellänenen Schale vorläufig ſo weit erwärmt, daſs es ſich ohne Docht anzünden läſst, ſo entſtehen nach Verbindung der Polardrähte mit dieſer breiten Flamme die Dendriten nicht bloſs am Polardrahte, ſondern ſie erheben ſich in der gröſsten Menge und zur beträchtlichſten Höhe von der ganzen Peripherie der Kapſel, ohne irgend einen Bezug auf die Nähe oder Ferne des entgegen geſetzten Pols. Erman.

iſt. Es findet alſo an der *Oberfläche* des negativen Drahts durchaus keine phyſiſche Iſolation Statt. In der Flamme ſelbſt ſpringt jedes Mahl bei der behutſamſten Annäherung ein Funke vom poſitiven zum negativen Drahte über: dieſe Entladung beweiſet ebenfalls, daſs die negative Iſolation von der ſpecifiſchen Wirkung der Flamme, und nicht von irgend einer Veränderung der Oberfläche der Drähte herrührt. Wie kann man endlich glauben, daſs eine Metallſcheibe von mehrern Zollen Durchmeſſer, die man ſchnell über die Flamme in einer Entfernung von einigen Fuſsen führt, in einem untheilbaren Momente einen ſolchen Ueberzug von iſolirender Subſtanz bekommen könne, daſs ſie augenblicklich aufhören ſollte, leitend zu ſeyn? und doch zeigen ſelbſt unter ſolchen Umſtänden die Flammen der vierten Klaſſe ihre ganze Wirkung.

Ueber die Erſcheinungen der *negativ-unipolaren Seife* hatte ich ehedem eine ganz analoge Erklärungsart erſonnen, der ich aber ebenfalls glaube entſagen zu müſſen. Der poſitive Draht iſt der oxygenirende: wenn nun an ſeinem Inſertionspunkte das Alkali der Seife durch die aus dem thieriſchen oder vegetabiliſchen Subſtrate ſich bildende Salzſäure neutraliſirt wird, ſo muſs die frei gewordene öhlige Subſtanz den poſitiven Draht umgeben, und ihn durch ſeine eigenthümliche iſolirende Eigenſchaft für die Electricität unzugänglich machen. In der That, wenn man mehrere Stunden hindurch eine geſättigte Auflöſung der Seife den Wirkungen

der

der Säule ausſetzt, ſo findet ſehr bald eine ſolche Zerſetzung Statt, daſs der ganze poſitive Draht vom entmiſchten Fette der zerſetzten Seife umgeben bleibt. Deſſen ungeachtet iſt es ſehr leicht, zu zeigen, daſs die Hypotheſe, die ſich auf eine ſo günſtige Thatſache ſtützt, doch im offenbaren Widerſpruche mit dem ganzen Detail des zu erklärenden Phänomens ſteht. Wenn mehrere Maſſen Seife unter ſich durch metallene Bogen verbunden, der Wirkung einer Säule ausgeſetzt werden, ſo findet allerdings an jedem Inſertionspunkte derjenigen Drähte, die den poſitiven Pol repräſentiren, relative Iſolation Statt. Dieſe Iſolation iſt aber durchaus keine abſolute, wie ſie die Hypotheſe annimmt: denn durch ableitende Berührung irgend einer dieſer Maſſen wirkt man ganz frei und ungehindert auf die Säule, um ihren negativen Pol zu entladen; es exiſtirt alſo durchaus keine abſolute Iſolation an den Inſertionsſtellen der poſitiven Drähte, und die Hypotheſe einer durch öhligen Ueberzug erzeugten gänzlichen Impermeabilität zerflieſst in ihrem Nichts. Auſserdem ſtellt ſich ja bei völlig trockener Seife die Iſolation des poſitiven Effects im erſten untheilbaren Augenblicke der Application ein; es iſt alſo keine chemiſche Zerſetzung voran gegangen. Dieſer Umſtand iſt vorzüglich auffallend und ganz entſcheidend in dem wichtigen Verſuche, wo die *negativ-unipolare Scheibe* jede chemiſche Wirkung augenblicklich hemmt, wenn man ſie an einem der Pole zwiſchen die Metalle legt: wo kä-

nie genug entmiſchte Fettſubſtanz her, um die ganze poſitive Scheibe zu überziehen, hier, wo durchaus keine chemiſche Action vorher ging? Und auſserdem, wie wollen wir im Sinne dieſer Hypotheſe die ſpäter entdeckten identiſchen Wirkungen des coagulirten Eiweifsſtoffs erklären? was wird es endlich mit der meiſten Theils *negativ-unipolaren* Flamme des Phosphors für eine Bewandtniſs haben? Wollte man etwa für den letzten Fall eine zweite Hypotheſe zu Hülfe rufen, und ſagen: hier rühre die Iſolation des poſitiven Effects von der oxygenirenden Wirkung der Phosphordämpfe her, die ſich am poſitiven Pole energiſcher zeigen, ſo frage ich, warum der ſäuerbare Schwefel nicht ein gleiches thut? und bemerke auſserdem, daſs die Hypotheſe gegen die Thatſache ſcheitert, daſs Platindrähte eben die Wirkung geben, wie die oxydirbarſten Metalle, und weil auch hier die Erſcheinung gleich im erſten Momente der Application mit voller Intenſität hervor tritt.

Meines Erachtens ſind alle dieſe gleichſam mechaniſchen Erklärungsarten der unipolaren Iſolation durchaus unſtatthaft. Die Urſache der entdeckten Thatſachen liegt noch tief im Chemiſchen verborgen.

III.

Ueber die ſo genannten Thermolampen und den erſten Erfinder derſelben;

von

GILBERT.

Bekanntlich iſt die erſte Nachricht von den *Thermolampen*, zugleich mit dem Namen, aus Frankreich zu uns gekommen. Der Ingenieur für Straſsen- und Brückenbau, Lebon, der ſich ſchon im Jahre 1799 mit ihnen beſchäftigt und ein Patent auf ſie erhalten hatte, bediente ſich ihrer im Jahre 1801, um ein Haus und einen Garten in Paris zu illuminiren, und lieſs dieſe Illumination, von der er behauptete, daſs ſie zugleich Wärme genug verbreite, um Zimmer zu heitzen, für Geld ſehen. Genauere Nachrichten darüber findet man in den *Annalen*, X, 491.

Nun war es zwar längſt bekannt, daſs bei der zerſtörenden Deſtillation vegetabiliſcher Theile eine Menge von Gas entweicht, und daſs der gröſste Theil dieſes Gas brennbar ſey, und es war daher kein groſser Grad von Erfindungsgeiſt zu dem Verſuche nöthig, dieſes Gas wirklich zu verbrennen und zu Illuminationen zu benutzen; man glaubte aber doch, wenigſtens dieſe Ehre gebühre dem Hrn. Lebon. Sonderbar iſt es indeſs, daſs in Paris keiner der wiſſenſchaftlichen Chemiker und Phyſi-

ker von Herrn Lebon und von ſeinen Thermolampen die geringſte Notiz nahm, und daſs man ſie in keiner der pariſer Zeitſchriften für dieſe Fächer beſchrieben oder auch nur genannt findet. Deſto mehr iſt in Deutſchland darüber zu Papier und in den Druck gebracht, und die Thermolampe in allerlei Form als eine der heilbringendſten Erfindungen in unſern licht- und holzarmen Zeiten, von Männern, die es ſehr gut meinen mögen, angeprieſen worden. Die vielen Verſuche, welche an ſo manchem Orte in unſerm Vaterlande gemacht worden ſind, um mit den brennbaren Ausflüſſen, die beim Verkohlen entweichen, Zimmer *zugleich zu heitzen und erleuchten*, haben alleſammt, (wenigſtens ſo viel ich weiſs,) den Erwartungen nicht entſprochen; und konnten ihnen ſchwerlich entſprechen, wie voraus zu ſehen war. In unſern gut eingerichteten Oefen verbrennen dieſe elaſtiſchen Flüſſigkeiten, ehe ſie aus ihnen entweichen, gehen alſo nicht ungenutzt verloren; ſollen ſie zugleich leuchten, ſo müſſen ſie frei oder von Glas umgeben verbrennen, und dann iſt die Wärme, welche ſie in einem Zimmer verbreiten, zu geringe, um im Winter gehörig zu erwärmen; endlich iſt das Licht der Thermolampe viel zu unzuverläſſig, erfordert zu viel Wartung und Arbeit, und iſt mit zu viel Unannehmlichkeiten verbunden, als daſs nicht zum gewöhnlichen Gebrauche unſre gewöhnlichen Lichter und Lampen bei weitem den Vorzug verdienten. Dagegen iſt die Thermolampe zu überraſchenden

Illuminationen von Zimmern und Sälen, und zur Bildung von Eſſigſäure zum Fabrikgebrauch recht ſehr zu empfehlen. *) In dem erſtern werden diejenigen wahrſcheinlich mit mir übereín ſtimmen, welche die Wirkung der Thermolampe geſehen haben, die ich nach mannigfaltigen Verſuchen und Abänderungen in meinem Laboratorium eingerichtet habe, und zum Illuminiren dreier Zimmer und zu allerlei feurigen Fontainenfiguren benutze. Der Verſuch mit ihr gehört zu den belehrendſten und überraſchendſten im Curſus der Chemie, und meine Vorrichtung dazu verdiente vielleicht im Detail beſchrieben und abgebildet zu werden. In der zweiten Behauptung

*) Daſs ſie ſich in einzelnen Fällen zur Heitzung von Oefen, beſonders zum chemiſchen Gebrauche im Kleinen und Groſsen, mit Vortheil anwenden laſſe, (wie das z. B. Herr Apotheker Bünger in Dresden gethan hat, *Annalen*, XV, 231;) vorzüglich wenn man häufig in dem Falle iſt, gut ausgeglühter Kohlen zu bedürfen, und ſie im Kaufe nicht findet, das verſteht ſich. Alles Verkohlen, auch in den Wäldern, ſollte billig in Verkohlungsöfen mit eiſernen Verkohlungsgefäſsen geſchehen, welche die brennbaren elaſtiſchen Flüſſigkeiten zum Feuerherde zurück führten, und die condenſirbaren Theile in einem Kühlapparate abſetzten. Man würde dann mehr und beſſere Kohlen erhalten, und an Theer, Oehl und brenzlicher Holzſäure, (die ſich vielleicht gleich dort auf eſſigſaures Eiſen, eſſigſaures Blei, eſſigſauren Thon u. ſ. w. oder zum Gerben benutzen lieſse,) einen ſehr bedeutenden Nebengewinn haben. d. H.

wird man mir Recht geben, wenn man den weiterhin folgenden Aufſatz des Hrn. Dr. De Carro in Wien über die Thermolampe in einer Manufactur des Barons von Fries geleſen haben wird.

Daſs Hr. Lebon keinesweges der Erſte iſt, der die elaſtiſchen Flüſſigkeiten, welche beim Verkohlen von Pflanzenproducten im eingeſchloſſenen Raume entweichen, zum Leuchten benutzt hat; und daſs es daher ſelbſt mit der kleinen Ehre von Erfindung, welche ihm zuzukommen ſchien, ſehr miſslich ausſieht; — das erſah ich ganz vor kurzem aus einem ſchätzbaren Aufſatze des thätigen und gelehrten Chemikers Will. Henry in Manchester, den ich den Leſern weiterhin mittheilen werde. Ein Freund, welchen Herr Henry um die Anſprüche befragt hatte, die ihr Landsmann Murdoch zu Soho bei Birmingham an der Erfindung habe, die Steinkohlen als eine Quelle des Lichtes zu benutzen, gab Herrn Henry auf dieſe Anfrage ſchriftlich folgende Antwort, welche ich aus dem Anhange zu dem erwähnten Aufſatze entlehne.

„Herr Murdoch wohnte vormahls zu Redruth in Cornwallis, als der Herren Boulton und Watt Hauptagent und Maſchinendirector in dieſer Grafſchaft. Hier war es, wo er im Jahre 1792 eine Reihe von Verſuchen über die Menge und die Arten von Gas, welche aus verſchiedenen Subſtanzen zu erhalten ſind, begann. Er bemerkte bei dieſen Verſuchen, daſs das Gas,

welches beim Deſtilliren von Steinkohlen, Torf, Holz und andern brennbaren Körpern entweicht, mit lebhaftem Glanze brennt, wenn es angeſteckt wird, und kam dadurch auf den Gedanken, ob es ſich nicht, wenn es in Röhren eingeſchloſſen und fortgeleitet würde, als ein ökonomiſches Subſtitut für Lampen und Lichter ſollte gebrauchen laſſen."

„Er nahm, um ſich hierüber zu belehren, die Deſtillation der Steinkohlen in eiſernen Retorten vor, und leitete das Gas in Röhren aus verzinntem Eiſen- und aus Kupferblech, 70 Fuſs weit. Hier und an mehrern Stellen näher bei der Retorte waren in den Röhren Oeffnungen von verſchiedener Gröſse und Geſtalt angebracht, indem H. Murdoch die ſchicklichſten durch Verſuche zu finden wünſchte. Das Gas wurde angeſteckt, ſo wie es zu dieſen Oeffnungen heraus drang; und ſo entſtanden lange feurige Strahlen, oder Ringe wie in Argand's Lampen, oder eine Feuermaſſe über einer Art von Gieſskannentille. Er füllte mit dem Gas Blaſen, Schläuche aus Leder und aus gefirniſster Seide, und Blechgefäſse, ſteckte das Gas über ihnen an, und ging dann damit von Zimmer in Zimmer, um ſich zu überzeugen, in wie fern es die Stelle eines beweglichen und tragbaren Lichtes möchte vertreten können. Auch ſtellte er Verſuche über die Menge und Beſchaffenheit des Gas an, welches man aus verſchiedenen Arten von Steinkohlen erhält, denen von Swanſea, von Haverfordweſt, von Newcaſtle, von

Shropſhire, von Staffordſhire und von verſchiedenen Arten ſchottiſcher Kohlen.“

„Die vielen Geſchäfte verhinderten Hrn. Murdoch damahls, dieſen Gegenſtand zu verfolgen. Doch fand er 1797 zu Old Cumnock in Ayrſhire ſo viel Muſse, um ſeine Verſuche mit Steinkohlen und Torf wiederhohlen zu können; und es verdient bemerkt zu werden, daſs er dieſe Verſuche beide Mahl in Gegenwart vieler Zuſchauer anſtellte, welche dieſes nöthigen Falles bezeugen können. Im Jahre 1798 richtete er in der Gieſserei zu Soho einen Apparat ein, der viele Nächte hinter einander gebraucht wurde, um das Gebäude zu erleuchten; und damahls wurden die Verſuche mit verſchiednerlei Oeffnungen mehr im Groſsen wiederhohlt und erweitert. Auch verſuchte man, das Gas auf mancherlei Art zu waſchen und zu reinigen, um den Rauch und den Geruch los zu werden. Dieſe Verſuche wurden mit zufälligen Unterbrechungen fortgeſetzt, bis im Frühlinge 1802 der Friedensſchluſs zu Amiens, für deſſen Feier die Soho-Manufactur illuminirt werden ſollte, Gelegenheit gab, dieſe neue Art von Lichtern öffentlich zu zeigen, und ſie wurden zu einem Haupteffect in dieſem Schauſpiele gebraucht.“

„Es iſt mir nicht genau bekannt, wenn man die erſten Verſuche dieſer Art in Frankreich angeſtellt oder bekannt gemacht hat. Die erſte Nachricht, welche wir hier von ihnen erhielten, befand ſich in dem Briefe eines Freundes, der mir im Novem-

ber 1801 schrieb, ich möchte Herrn Murdoch sagen, dass jemand in Paris sein Haus und seinen Garten mit Gas erleuchte, das er aus Holz und Kohlen erhalte, und darüber nachsinne, wie er Paris auf diese Art erleuchten könne."

„Diesen Nachrichten muss ich noch beifügen, dass bei den zu Calcutta in Shropshire, nach dem Plane des Lords Dundonald erbauten Oefen, worin die Steinkohlen vercoakt werden, um den Theer und die andern Producte, welche sonst verloren gehen würden, zu gewinnen, es schon vor vielen Jahren üblich war, die mächtigen Ströme von Gas, welche entweichen, anzustecken, und dadurch eine helle Erleuchtung zu bewirken. Herrn Murdoch war dieses indess nicht bekannt, und er hatte das nie gesehen."

IV.

VERSUCHE

über die Gasarten, welche bei der zerſtörenden Deſtillation von Holz, Torf, Steinkohle, Oehl, Wachs u. dgl. entſtehen,

angeſtellt

in Beziehung auf die Theorie der künſtlichen Lichter und der ſo genannten Thermolampen, mit Bemerkungen über die verſchiedenen Arten von Kohlenwaſſerſtoffgas und über das gasförmige Kohlenſtoffoxyd,

von

WILLIAM HENRY

in Mancheſter. *)

Seit den glücklichen Verſuchen, welche Herr Murdoch zu Soho mit dem Gas, das in der zerſtörenden Deſtillation der Steinkohlen entweicht, als einem Mittel, Licht zu geben, angeſtellt hat, iſt es intereſſant und wichtig, dieſes Gas genauer kennen zu lernen. In der Abſicht, es nach Art des Herrn Murdoch zu verbrennen, hatte ich dazu im vorigen Winter eine Argand'ſche Lampe eingerichtet. Mit ihr ſtellte ich vorläufig einige Verſuche an, über das Verbrennen von gasförmigem Kohlen-

*) Bearbeitet nach der engliſchen Urſchrift des Verfaſſers, von Gilbert.

ſtoffoxyd, von reinem Waſſerſtoffgas, und von Kohlenwaſſerſtoffgas, aus Waſſerdämpfen, die über glühende Kohlen getrieben worden waren, gebildet.

Jede dieſer Gasarten giebt beim Verbrennen ſo wenig Licht, daſs ſie zum Erleuchten ganz untauglich iſt; das aus Steinkohlen entwickelte Gas verbreitet dagegen beim Verbrennen eine Helligkeit, welche der wenig oder gar nicht nachſteht, die man von gutem Spermaceti-Oehl erhält. Ich glaubte anfangs, die gröſsere Lichtſtärke dieſes Gas rühre von irgend etwas her, das demſelben mechaniſch beigemengt ſey; doch ich überzeugte mich in der Folge genügend, daſs zwar in friſch bereitetem Gas dieſer Art ſich viele Theile befinden, die ſich mit der Zeit daraus abſetzen, daſs die Eigenſchaft, mit einer hellen und dichten Flamme zu brennen, dieſem Gas jedoch an ſich zukömmt, obſchon gewiſs in bedeutend geringerm Grade, als wenn alle condenſirbare Materie davon noch nicht abgeſchieden iſt. Es ſchien daher der Mühe werth zu ſeyn, nachzuforſchen, was der Grund davon ſey, daſs das Gas aus Steinkohlen ſo viel geſchickter iſt, Licht zu entwickeln, als die übrigen genannten; und ſehr natürlich ſtand hiermit die Theorie des Verbrennens aller Subſtanzen, deren man ſich gewöhnlich als Quellen künſtlicher Lichter bedient, in genauer Verbindung.

Um darüber Aufſchlüſſe zu erhalten, habe ich eine groſse Menge vergleichender Verſuche über das ſchnelle Verbrennen [Detoniren] dieſes Gas

und anderer verbrennlicher Gasarten mit Sauerſtoffgas in verſchloſſenen Gefäſsen angeſtellt. Aus den Producten, welche dabei entſtanden, läſst ſich auf die Miſchung dieſer Gasarten ſchlieſsen. Die folgende Tabelle enthält die Hauptreſultate dieſer Verſuche.

Es verbanden ſich beim Explodiren mit 100 Maaſs	und es entſtanden an Sauerſtoffgas kohlenſaures Gas
reinem Waſſerſtoffgas	50 bis 54 M. Maaſs
Gas aus naſſen Kohlen	60 35
— — Eichenholz	54 33
— — getrocknetem Torf	68 43
— — Steinkohle *(cannel)*	170 100
— — Lampenöhl	190 124
— — Wachs	220 137
Oehl erzeugendem Gas	284 179

Nehmen wir an, daſs Sauerſtoffgas, welches zu kohlenſaurem Gas wird, ſein Volumen nicht ändert, (und das, glaube ich, iſt höchſt nahe der Fall,) *) ſo brauchen wir nur die Zahlen der drit-

*) Cruichſkank nahm bei ſeinen Unterſuchungen über das gasförmige Kohlenſtoffoxyd und das Kohlenwaſſerſtoffgas, [*Annalen*, IX, 103 f.,] als ausgemacht an, daſs, um 6 Maaſs kohlenſaures Gas zu bilden, 7 Maaſs Sauerſtoffgas erfordert würden. Aber das iſt, wie ich glaube, etwas zu viel. Prieſtley führt an, (*on Air*, Edit. 2, Vol. 3, p. 377,) er habe 8½ Grains Kohle in 70 Unzenmaaſsen Sauerſtoffgas erhitzt; immerfort blieben es 70 Unzenmaaſs; beim Waſchen mit kaltem Waſſer fand ſich aber, daſs davon 40 Maaſs verſchluckt wurden.

ten Columne von denen in der zweiten abzuziehen, um zu finden, wie viel Sauerſtoffgas ſich mit dem Waſſerſtoff dieſer Gasarten zu Waſſer verbunden habe; ſo z. B. bei dem Gas aus Steinkohlen 70 Maaſs. Da nun jedes Maaſs Sauerſtoffgas 2 Maaſs Waſſerſtoffgas verſchluckt, wenn beide ſich zu Waſſer vereinigen; ſo muſs das Gas aus Steinkohlen in 100 Maaſs ſo viel Waſſerſtoff enthalten, daſs, wenn er als reines Waſſerſtoffgas vorhanden wäre, dieſes einen Raum von 140 Maaſs einnehmen würde. Auf dieſelbe Art läſst ſich der Gehalt der übrigen Gasarten in der obigen Tabelle an Waſſerſtoff beſtimmen.

Es erhellet aus dieſen Verſuchen der Grund, warum das Gas aus Steinkohlen ſo viel mehr Licht beim Verbrennen entwickelt, als reines Waſſerſtoffgas oder Kohlenwaſſerſtoffgas aus naſſen Kohlen; nämlich, weil es in gleichem Umfange über drei Mahl mehr verbrennliche Materie als das Waſſerſtoffgas, und ebenfalls nahe an drei Mahl mehr als das Gas aus naſſen Kohlen enthält.

Der Grad der Verbrennlichkeit jeder Gasart, wie ſie durch die Menge von Sauerſtoffgas beſtimmt wird, welche ſich beim Explodiren mit 100 Theilen Gas verbinden, — ſtimmt, wie es zu erwarten war, ganz mit dem überein, der ſich beim ruhigen Ver-

So viel kohlenſaures Gas hatte ſich alſo gebildet, ohne daſs das Volumen des Gas dabei verändert worden wäre. Henry.

brennen dieſer Gasarten in einer Art von Argand'ſcher Lampe findet, ſo weit ſich dieſes nach der Lichtmenge ſchätzen läſst, welche dabei frei wird. Ganz beſtimmt geht ihnen allen an Glanz und Schönheit des Lichts das Oehl erzeugende Gas voran; *) zugleich detonirt kein anderes mit Sauerſtoffgas ſo gewaltig als dieſes. Schon als ich $\frac{1}{100}$ eines Kubikzolles Oehl erzeugendes Gas mit $\frac{17}{100}$ Kubikzoll Sauerſtoffgas in einer ſtarken Glasröhre detonirte, flog dieſe in Stücken umher; und ein voltaiſches Eudiometer, das $\frac{1}{4}$ Zoll dick war, (*in thickneſs*,) zerſprang, als ich von beiden Gasarten zuſammen genommen 1 Kubikzoll darin explodirte.

Noch ein anderes zuverläſſiges Kennzeichen, in wie fern jede dieſer Gasarten als Quelle des Lichtes dienen kann, iſt ihr ſpecifiſches Gewicht, wenn ſie von allem kohlenſauren Gas befreit ſind. So z. B. beträgt das ſpecifiſche Gewicht des Gas aus feuchten Kohlen nach Cruickſhank 480, des Kohlenwaſſerſtoffgas aus Alkohol 520, und des Oehl erzeugenden Gas, nach den Amſterdammer Chemikern, 909, das der atmoſphäriſchen Luft 1000 geſetzt.

Da Körper, welche ſich chemiſch zu vereinigen vermögen, ſich in der Regel nur nach einigen wenigen Verhältniſſen verbinden, ſo, ſcheint es

*) Die Abhandlung der Amſterdammer Chemiker über das Oehl erzeugende Gas findet man in den *Annalen*, II, 201 f. G.

mir, müſſen wir, der Analogie nach, auch in dieſem Falle urtheilen, daſs Kohlenſtoff und Waſſerſtoff ſich ſchwerlich nach allen Verhältniſſen zu vereinigen vermögen, und daſs daher die vielen verſchiedenen Arten von Kohlenwaſſerſtoffgas, welche wir kennen, ſchwerlich eben ſo viel verſchiedene Zuſammenſetzungen von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff nach verſchiedenen Verhältniſſen ſind, ſondern daſs ſie vielmehr Miſchungen aus einigen einfachen Gasarten ſeyn mögen. In der That laſſen ſich, wie man gleich ſehen wird, in den zuſammen geſetzten Gasarten der obigen Tabelle folgende vier einfache verbrennliche Gasarten auffinden: *Reines Waſſerſtoffgas; Kohlenwaſſerſtoffgas*, (welches beim Explodiren ein doppeltes Volumen von Sauerſtoffgas verſchluckt, und das einfache Volumen an kohlenſaurem Gas erzeugt;) *) *gasförmiges Kohlenſtoffoxyd;* und *Oehl erzeugendes Gas.*

Das *Gas aus Steinkohlen* ſcheint mir gröſsten Theils Kohlenwaſſerſtoffgas zu ſeyn, vielleicht mit etwas gasförmigem Kohlenſtoffoxyd vermiſcht, welches letztere ich aus dem Grunde darin vermuthe, weil jenes Gas beim Verbrennen ein gleiches Volumen kohlenſaures Gas erzeugt, aber weniger als das Doppelte ſeines Volumens an Sauerſtoffgas

*) Dieſes iſt nämlich der Fall mit der Sumpfluft, welche, nach Cruickſhank und Dalton, Kohlenwaſſerſtoffgas, doch nach letzterm mit ungefähr 20 Procent Stickgas vermengt iſt, worauf ſich die obige Beſtimmung gründet. Henry.

verſchluckt. Es enthält daher wahrſcheinlich ſchon etwas Sauerſtoff in ſich; und da alles kohlenſaure Gas abgeſchieden worden war, ſo kann der Sauerſtoff nur als Beſtandtheil von gasförmigem Kohlenſtoffoxyd darin vorhanden ſeyn.

Das *Gas*, welches man erhält, wenn *Waſſerdämpfe durch glühende Kohlen* zerſetzt werden, iſt wahrſcheinlich eine Miſchung von gasförmigem Kohlenſtoffoxyd mit Waſſerſtoffgas und vielleicht etwas Kohlenwaſſerſtoffgas. Nur unter dieſer Vorausſetzung ſind die Umſtände beim Verbrennen deſſelben zu erklären, da 100 Maaſs von ſolchem Gas nur 10 Maaſs Sauerſtoffgas mehr, als das reine Waſſerſtoffgas verzehren, und doch 35 Maaſs kohlenſaures Gas erzeugen, wozu wenigſtens 35 Maaſs Sauerſtoffgas gehören. Gasförmiges Kohlenſtoffoxyd braucht, nach Cruickſhank, um ſich in 35 Maaſs kohlenſaures Gas zu verwandeln, nur 15 Maaſs Sauerſtoffgas, und das ſtimmt ganz gut mit der obigen Annahme. *)

Nach

*) Da das gasförmige Kohlenſtoffoxyd nach Cruickſhank um $\frac{1}{23}$ ſpecifiſch leichter als die atmoſphäriſche Luft iſt, ſo finde ich, daſs eine Miſchung von 25 Maaſs gasförmigem Kohlenſtoffoxyd, 70 Maaſs reinem Waſſerſtoffgas und 6 Maaſs Kohlenwaſſerſtoffgas allein den Reſultaten der Henry'ſchen Verſuche entſpricht. Daſs nicht mehr Kohlenwaſſerſtoffgas entſteht, wenn Waſſerdämpfe durch glühende Kohlen getrieben werden, iſt in der That überraſchend, und verdiente nochmahls unterſucht,

Nach denſelben Gründen zu urtheilen, iſt auch das *Gas aus Eichenholz* *) und aus *Torf* eine Miſchung von gasförmigem Kohlenſtoffoxyd und von reinem Waſſerſtoffgas. Beide ſind ſehr verſchieden von dem *Gas aus Steinkohlen* und enthalten viel mehr freies Waſſerſtoffgas. Auch darin zeichnen ſie ſich aus, daſs das friſch aus Eichenholz und Torf erhaltene Gas zu $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ſeines Volumens aus kohlenſaurem Gas beſteht, wie ſich zeigt, wenn man es mit Kalkwaſſer wäſcht. Das Gas aus Steinkohlen verliert bei dieſem Waſchen nur $\frac{1}{27}$ bis $\frac{1}{13}$tel an Gewicht. **) In meinem erſten Verſuche zeigte

ſucht, auch durch die Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts, welches bei dieſer Zuſammenſetzung des Gas nur 0,34 von dem der atmoſphäriſchen Luft ſeyn könnte, controllirt zu werden. *d. H.*

*) Herr Henry redet häufig in ſeinem Aufſatze von Gas aus *Holz* erhalten im Allgemeinen; aber die verſchiedenen Holzarten geben nicht einerlei Gas, weſshalb ich ſein *Wood* immer durch Eichenholz überſetzt habe. *d. H.*

**) Auch die condenſirbaren Produkte aus Steinkohlen ſind von denen aus Eichenholz und Torf wahrſcheinlich verſchieden. Iſt eine Mittelflaſche bei der Deſtillation gebraucht worden, ſo ſteigt aus ihr nach dem Prozeſſe ein ſtarker Geruch nach Ammoniak hervor. Lord Dundonald hatte dieſes längſt bemerkt, und er rechnet flüchtiges Alkali mit unter die Produkte des Vercoakens, *(on the Uſes and Qualities of Coal Tar* 1785.*)* Dieſe Ammoniakbildung habe ich bei Torf oder Holz

ſich bei allen dieſen Gasarten eine bedeutende Beimiſchung von Stickgas; es fand ſich aber in der Folge, daſs dieſe zufällig war, da ſie gänzlich fehlte, als ich jene Brennmaterialien mit Sorgfalt aus Glasretorten deſtillirte.

Das *Gas*, welches bei der zerſtörenden Deſtillation *von Oehl* oder *von Wachs* entweicht, verſchluckt noch bedeutend mehr Sauerſtoffgas beim Detoniren als das Gas aus Steinkohlen. Dieſes führte mich auf die Vermuthung, beide Gasarten möchten wohl Miſchungen von öhlerzeugendem Gas mit Kohlenwaſſerſtoffgas ſeyn; eine Vermuthung, die ſich völlig beſtätigt fand, als ich oxygenirt-ſalzſaures Gas hinzu brachte. Mit einem Maaſse oxygenirt-ſalzſaures Gas verminderte ſich 1 Maaſs Gas aus Oehl ſchnell bis auf $1\frac{3}{4}$ Maaſs. Eben ſo 1 Maaſs Gas aus Talg; und 1 Maaſs Gas aus Wachs ſogar bis auf $1\frac{1}{2}$ Maaſs. Nun fand ich aus mehrern mit Sorgfalt angeſtellten Verſuchen, daſs, wenn 3 Maaſs oxygenirt-ſalzſaures Gas mit $2\frac{1}{2}$ Maaſs reines öhlerzeugendes Gas, das nach Art der Amſterdammer Chemiker bereitet war, vermiſcht wurden, beide ſich vollſtändig abſorbirten, und nur 0,15 Maaſs atmoſphäriſche Luft der Gefäſse zurück lieſsen. Folglich enthalten nach dieſen Verſuchen das Gas aus Oehl und aus Talg $\frac{1}{8}$, und das aus

nicht wahrgenommen, finde auch nicht, daſs andere ſie bemerkt hätten. *Henry*.

Wachs $\frac{1}{4}$ an öhlerzeugenden Gas; das übrige ist reines Kohlenwasserstoffgas.

Die Resultate meiner Versuche geben über ein Paradoxon Aufschluss, welches der scharfsinnige Chemiker Cruickshank sich auf keine Art zu erklären wuste, nämlich woher es kömmt, dass dasselbe Kohlenwasserstoffgas beim Detoniren mit Sauerstoffgas so gar verschiedene Mengen von kohlensaurem Gas erzeugt, je nachdem es gewaschen, oder nicht gewaschen worden, oder mit Wasser lange in Berührung gewesen ist; und das zwar Gas, welches gleich von Anfang von allem kohlensauren Gas vollkommen frei war.

Herr Dalton hat nämlich gefunden, dass das öhlerzeugende Gas weit auflöslicher im Wasser ist, als irgend eine der andern Arten von Kohlenwasserstoffgas; Wasser nimmt davon nahe $\frac{1}{5}$ seines eigenen Volumens in sich auf. Nun aber finde ich, dass das *Gas aus Kampher* viel öhlerzeugendes Gas enthält, und dieses wird durch Cruickshank's eigne Wahrnehmung bestätigt, nach der es sich mit oxygenirt-salzsaurem Gas bedeutend verminderte, indess reines Kohlenwasserstoffgas sich mit oxygenirt-salzsaurem Gas zwar nach einigen Stunden zu Salzsäure, kohlensaurem Gas und Wasser zersetzt, keinesweges aber auf eine so schnelle und sichtbare Weise vermindert, wie mit allen Gasarten, die öhlerzeugendes Gas enthalten. Auch das *Kohlenwasserstoffgas aus Aether*, so wie das *aus Alkohol*, enthalten öhlerzeugendes Gas, und

ich bin überzeugt, man werde finden, dafs dieſes mit allen brennbaren Gasarten der Fall iſt, die beim Verbrennen mehr als ihr eignes Volumen an kohlenſaurem Gas erzeugen. *) Dafs Cruickſhank beim Verbrennen gleicher Voluminum von Kohlenwaſſerſtoffgas, das auf verſchiedene Art erzeugt war, ſo verſchiedene Mengen von kohlenſaurem Gas erhielt; dies iſt folglich kein Beweis, dafs er es mit ſpecifiſch verſchiedenen Arten von Kohlenwaſſerſtoffgas zu thun hatte, iſt vielmehr daraus zu erklären, dafs das Kohlenwaſſerſtoffgas mit verſchiedenen Antheilen von öhlerzeugendem Gas vermengt war.

Es geſchieht wahrlich nicht in der Abſicht, Hrn. Cruickſhank's wohlverdienten Ruhm im mindeſten zu ſchmälern; — (ich halte ſeine Unterſuchun-

*) Als dieſer Aufſatz ſchon geſchrieben war, unterſuchte ich noch ein Mahl friſches Gas aus Steinkohlen, das mit vieler Sorgfalt deſtillirt war, um zu ſehen, ob es keinen Antheil an öhlerzeugendem Gas enthalte. Ich miſchte davon 5 Maafs mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas. Beide Gasmengen verminderten ſich auf 9 Maafs. Es wäre daher wohl möglich, dafs das Gas aus Steinkohlen $\frac{1}{10}$ſtel an öhlerzeugendem Gas enthalte; doch war die Erzeugung von Oehl in dieſem Falle nicht ſo offenbar als in andern, da ſie ſich blofs dadurch errathen liefs, dafs ſich auf der Oberfläche ein feines Häutchen von Regenbogenfarben zeigte, wenn ſie zwiſchen das Auge und das Tageslicht gehalten wurde. *Henry.*

gen über die verſchiedenen Arten von Kohlenwaſſerſtoffgas und über das gasförmige Kohlenſtoffoxyd für eine der ſcharfſinnigſten und genügendſten chemiſchen Arbeiten unſrer Zeit,) — daſs ich hier die Behauptung aufſtelle, ſeine Tabelle über die Beſtandtheile der verſchiedenen Arten von Kohlenwaſſerſtoffgas *) ſey gänzlich unrichtig. Daſs nach ihr das Gas aus naſſen Kohlen in 100 Kubikzoll, das iſt, dem Gewichte nach in 14½ Grain, nicht weniger als 9 Grains Waſſer enthalten ſoll; dies allein würde hinreichen, die Beſtimmungen verdächtig zu machen. Selbſt in 100 Kubikzoll ſalzſaurem Gas habe ich nur 1,4 Gran Waſſer gefunden, [*Annalen*, VII, 276,] und die Verſuche der Herren Clement und Desormes, [*Ann.*, XIII, 144,] machen es höchſt wahrſcheinlich, daſs kein Gas mehr Waſſer in ſich aufzunehmen vermag, als ein anderes. Wahrſcheinlich kam Hr. Cruickſhank dadurch in Irrthum, daſs er die Gegenwart von gasförmigem Kohlenoxyd in allen dieſen Gasarten nicht ahndete. Da beim Detoniren von 100 Kubikzoll (= 14½ Grain) von Gas auf naſſen Kohlen mit Sauerſtoffgas 19 Grains kohlenſaures Gas entſtanden, ſo viel kohlenſaures Gas aber 4 Grains Kohlenſtoff enthält, und endlich dieſe Menge von Kohlenſtoff 13 Grains oder 43½ Kubikzoll gasförmiges Kohlenſtoffoxyd voraus ſetzten würde; — ſo müſs-

*) *Annalen*, IX, 118, womit man meine Berechnungen *eben daſ.*, S. 417, Anm., vergleiche. *d. H.*

te, war es in dieſer Form, daſs ſich der Kohlenſtoff im Gas aus naſſen Kohlen befand, der übrige Theil dieſes Gas, welcher noch 56½ Kubikzoll betrug, nur 1½ Grain gewogen haben. Und damit ſtimmt die Vorausſetzung vortrefflich überein, daſs ſie reines Waſſerſtoffgas waren, da 100 Kubikzoll reines Waſſerſtoffgas 2,6 Gran wiegen. Das im Gas enthaltene Waſſer kann man ganz auſser Rechnung laſſen, da das Produkt des Verbrennens ebenfalls ein Gas iſt. Es läſst ſich daher als eine erträgliche Annäherung zur Wahrheit anſehen, daſs 100 Maaſs Gas aus naſſen Kohlen 43 Maaſs gasförmiges Kohlenſtoffoxyd enthalten, und daſs der Ueberreſt gröſsten Theils aus reinem Waſſerſtoffgas beſteht.

Man hat darüber geſtritten, ob das gasförmige Kohlenſtoffoxyd Waſſerſtoff in ſeiner Miſchung enthalte. Bis jetzt läſst ſich, ſo viel ich einſehe, dieſes mit Gewiſsheit weder bejahen, noch verneinen. Sollte ſich indeſs Waſſerſtoff darin finden, ſo ſcheint es mir doch auf keinen Fall als weſentlicher Beſtandtheil, ſondern nur als beigemiſchtes reines Waſſerſtoffgas darin vorhanden zu ſeyn. Denn ich finde, daſs electriſche Entladungsſchläge das gasförmige Kohlenſtoffoxyd nicht ausdehnen, welches zuverläſſig der Fall ſeyn würde, wenn es Kohlenwaſſerſtoff als Beſtandtheil oder als zufällige Beimiſchung enthielte.

Was die Theorie der Lampen und künſtlichen Lichter betrifft, ſo geben meine Verſuche über ſie

folgenden Aufſchluſs: Die Materien, deren man ſich in der Regel als Quellen künſtlichen Lichtes bedient, nämlich Oehl, Talg und Wachs, entbinden in erhöhter Temperatur eine Menge öhlerzeugendes Gas. Schon andere haben mit Recht bemerkt, daſs der von der Flamme umgebene Do. ht einer Lampe oder eines Lichtes, ſich in einem ganz ähnlichen Zuſtande als ein Körper befindet, der der zerſtörenden Deſtillation in einem verſchloſſenen Gefäſse unterworfen iſt. Die Reihe von Haarröhrchen, aus denen der Docht beſteht, wirkt hier vielleicht gerade ſo, als eine in der Ofenglut horizontal liegende Röhre, durch welche entzündliche Flüſſigkeiten durchgetrieben werden. Die verbrennliche Materie ſchmilzt, wird dann in dieſe glühend heiſsen Haarröhrchen herauf gezogen und in ihnen in öhlerzeugendes Gas und Kohlenwaſſerſtoffgas zerlegt. Von dem Verbrennen dieſer Gasarten, und nicht bloſs von dem Verbrennen condenſibler Dämpfe, ſcheint mir die Erleuchtung hauptſächlich abzuhängen. *) Es iſt daher nicht unwahrſcheinlich, daſs die Menge von öhlerzeugendem Gas und Kohlenwaſſerſtoffgas, welche man durch zerſtörende Deſtillation eines Körpers erhält, ſo ziemlich ein Maaſs für das Vermögen deſſelben, im Verbrennen Licht zu entwickeln, abgeben könnten. Bei dieſen Deſtillationen hat indeſs der Grad der Hitze einen weſentlichen Einfluſs auf die Pro

*) Siehe den zweiten der folgenden Zuſätze. d. H.

ducte; denn ich habe gefunden, dafs ſich beim Zerſetzen von Aether, Alkohol, Oehl, u. ſ. w., nach Willkühr öhlerzeugendes Gas erhalten läſst oder nicht, je nachdem man die Hitze bei der zerſtörenden Deſtillation erhöht oder vermindert. Bei dem Gas aus Steinkohlen, aus Torf und aus Holz wird der Mangel an öhlerzeugendem Gas durch einen verbrennlichen Dampf erſetzt, der ſich während der zerſtörenden Deſtillation in das Gas verbreitet, und ſich ſelbſt dann nicht abſcheidet, wenn es durch ein wenig Waſſer geht. Gas aus Steinkohlen, welches ich einen Monat lang über Waſſer hatte ſtehen laſſen, brannte mit bedeutend vermindertem Glanze, obſchon noch immer mit einer viel dichtern und hellern Flamme als Waſſerſtoffgas, oder als das Gas aus naſſen Holzkohlen. *)

Mancheſter den 4ten Mai 1805.

Zuſätze des Herausgebers.

Zuſatz I. Um eine recht glänzende Erleuchtung zu erhalten, fülle ich das Verkohlungsgefäſs meiner Thermolampe mit trockenem Fichtenholze und mache ein raſches und ſtarkes Feuer; es dringt dann aus allen Oeffnungen ein ſichtbarer Rauch hervor, der mit eben ſo weiſser, dichter und glänzender Flamme als Oehl und Talg brennt, und in den Röhren ſetzt ſich noch etwas dünnflüſſiger Theer ab. Gebe ich ſchwach Feuer, ſo werden die Flammen durchgehends in ihrer ganzen Ausdehnung blau, wie die Flamme des Schwefels oder des ohne Docht in einer Argand'ſchen Lampe brennen-

*) Siehe den erſten der folgenden Zuſätze. *d. H.*

den Weingeiſtes, und leuchten faſt gar nicht. Mehrere der Zuſchauer und ich ſelbſt empfanden nach einem ſolchen Verſuche etwas Kopfweh, welches ich nach Verſuchen mit weiſsem Lichte nie gefpürt habe. Ich glaubte bei blauer Flamme es bloſs mit brennendem Gas, und zwar mit Kohlenwaſſerſtoffgas, bei weiſser Flamme dagegen hauptſächlich mit brennenden Kienöhldämpfen zu thun zu haben, die ſich bei ſchwachem Feuer condenſirten, bei ſtarkem dagegen durch alle Röhren in Dampfgeſtalt durchgetrieben würden, und bei einem Verſuche ſelbſt durch zwei Mittelflaſchen voll kalten Waſſers hindurch gingen, ohne darin ſichtlich Oehl abzuſetzen. Was mich in dieſer Meinung beſtätigt, iſt, daſs, wenn im letzten Falle eine Flamme ausgeht, ein *ſichtbarer Dampf* aus der Oeffnung heraus bläſt, und ſich in der ganzen Ausdehnung zeigt, welche die weiſse Flamme einnahm, und ſogleich wieder einnimmt, wenn der Dampf wieder angeſteckt wird. *Gilbert.*

Zuſatz II. Die *Geſellſchaft Amſterdammer Phyſiker* fand bei ihren Verſuchen über das öhlerzeugende Gas, daſs, wenn dieſes Gas durch eine glühende Glasröhre getrieben wurde, die Röhre und das Waſſer in der Vorlage ſich mit einem ſchwarzen Ruſs bedeckte, Tröpfchen empyreumatiſchen Oehls entſtanden, und nun das Gas die Eigenſchaft, Oehl zu bilden, verloren hatte. (*Annalen*, II, 208.) Vauquelin erhielt, als er das Gas durch eine glühende Porzellänröhre trieb, Waſſerſtoffgas mit kohlenſaurem Gas gemiſcht, und es ſetzte ſich ebenfalls Kohlenſtoff ab. (*Daſ.*, 210.) Ferner fanden jene Phyſiker, daſs *Alkoholdämpfe*, die durch eine glühende Glasröhre gehn, kein öhlerzeugendes, ſondern ein Gas erzeugen, das ein Gewicht von 0,436 der atmoſphäriſchen Luft hat, und mit einer bläſſern Flamme, der des Alkohols ähnlich, brennt. *Aetherdämpfe* gaben unter gleichen Umſtänden ein Gas

vom Gewicht 0,709, deſſen Flamme dicht wie die Oehlflamme, aber blau war. Beide Gasarten rochen unangenehm, trübten kein Kalkwaſſer und gaben mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas kein Oehl, obſchon ſie ſich damit um $\frac{1}{7}$ ihres Volumens verminderten. [Sie waren alſo nach Henry's Anſicht der Sache eine Miſchung anderer brennbarer Gasarten mit etwas öhlerzeugendem Gas.] Wurden die Dämpfe durch thönerne oder porzellänene Röhren, oder durch Glasröhren, in welchen Stückchen Thon, oder Alaun, oder Kieſelerde lagen, getrieben, ſo gaben ſie öhlerzeugendes Gas. — Fourcroy, (*daſ.* 211,) ſchlieſst aus dieſen Verſuchen, daſs aus Aether und Alkohol das öhlerzeugende Gas bei einer geringern, Kohlenwaſſerſtoffgas dagegen bei einer höhern Temperatur entſtehe, und vermuthet ſchon, daſs beim Verbrennen von Holz und andern Pflanzenprodukten daſſelbe Statt finde: beim langſamen Verbrennen bilde ſich öhlerzeugendes Gas, das, indem es verbrennt, den Kohlenſtoff abſetze, womit Holz und Rauchfang ſich überziehn; in ſtärkerer Hitze entſtehe dagegen das gewöhnliche Kohlenwaſſerſtoffgas, das mit einer gröſsern Flamme brennt.

Mit dieſer Theorie ſtimmen die Erſcheinungen ganz wohl überein, welche die *Weingeiſtflamme* nach Verſchiedenheit der Umſtände zeigt. Wird Alkohol, (er enthielt ungefähr noch $\frac{1}{5}$ an Waſſer,) in einer gewöhnlichen Weingeiſtlampe mit mehrern Dochten verbrennt, ſo zeigen ſich zwei auffallend verſchiedene Flammen. Die innere iſt weit dichter und glänzender, unten gewöhnlich blau, auch wohl ins Röthliche ſpielend, weiter herauf dunkel gelb; ihre Höhe beträgt nur die Hälfte, manchmahl nur ein Drittel der äuſsern; ihre Geſtalt iſt die einer ziemlich ſtumpfwinkligen Pyramide, und nicht ſo unſtät und veränderlich als die der äuſsern Flamme; ihr ganzer Umfang bis in die Spitze iſt ſehr be-

ſtimmt und ſcharf gezeichnet, ſie iſt eine völlig undurchſichtige Lichtmaſſe. Die äuſsere Flamme iſt matter gelb, viel dünner, nicht ſo leuchtend, von viel gröſserer Höhe und Umfang, aber auch von einer viel ſchwankendern Geſtalt; auch giebt ſie viel weniger Hitze als die innere. Ein Paar Mahl ſah ich ſie wie mit einer ſchmalen rothen Scheide umgeben. Daſs dieſe beiden Flammen von zwei verſchiedenen brennbaren Gasarten herrühren, in die der Weingeiſt in den Haarröhrchen des Dochts zerlegt wird, ſcheint mir eine ſehr wahrſcheinliche Hypotheſe zu ſeyn. Die innere würde ich dem Oehl erzeugenden Gas zuſchreiben, da ſie eben ſo dicht und undurchſichtig als die dichte Flamme des Talglichts iſt; nur dunkel gelb, nicht weiſs, welches ich dem Mangel an hinreichendem Sauerſtoffgas zuſchreiben möchte, der erſt durch die äuſsere Flamme hindurch dringen muſs, ehe er bis zu ihr gelangt. Die elaſtiſche Flüſſigkeit, welche zu unterſt aus dem Dochte entweicht, hat die geringſte Hitze erhalten; den unterſten blauen Theil der Flamme möchte ich daher für brennende unveränderte Weingeiſtdämpfe halten, um ſo mehr, da ſie ſich auf dem Deckel der Lampe zu condenſiren und auf ihr gleich einer tropfbaren Flüſſigkeit brennend ſich umher zu verbreiten ſcheinen. Die Theile, die weiter hinauf den Docht zunächſt umgeben, haben eine etwas gröſsere Hitze erhalten, und dieſe ſind es, welche ich für Oehl erzeugendes Gas nehmen möchte. Ein beträchtlicher Theil dieſes Gas entweicht noch unverbrannt aus der Flamme und wird durch die Gluth derſelben, (wie in der glühenden Glas- oder Porzellänröhre,) in Waſſerſtoffgas, Kohlenwaſſerſtoffgas und etwas kohlenſaures Gas zerlegt. Für brennendes Waſſerſtoffgas mit Kohlenwaſſerſtoffgas vermiſcht, möchte ich wenigſtens die äuſsere ſo lockere und bewegliche Flamme am liebſten nehmen, der man

es offenbar anſieht, daſs ſie von einer viel leichtern Gasart als die innere herrührt, und die ſo ziemlich die Farbe des brennenden Waſſerſtoffgas, (nichts von blau,) in ſich hat. Der Kohlenſtoff, den das Oehl erzeugende Gas beim Verbrennen abſetzen ſoll, verbrennt wahrſcheinlich in dieſer Flamme mit, und hat auf ihre Farbe Einfluſs.

Wird Alkohol auf eine Ebene gegoſſen und angeſteckt, ſo iſt der ganze untere Theil der Flamme blau; die hoch auflodernden Flammenkegel ſind dagegen weiſsgelb und von dichterm weniger durchſichtigen Lichte, welches mit der vorigen Erſcheinung überein ſtimmt. Iſt es ſehr wenig Weingeiſt, ſo zieht ſich über die weiſse Spitze wohl noch von unten etwas von der blauen Flamme wie eine Hülle hinauf, und dann ſcheint die weiſse Flamme im Innern der blauen zu brennen.

Auch in der Argand'ſchen Lampe giebt der Weingeiſt ganz analoge Erſcheinungen. Brennt er darin ohne Docht, oder wird der Docht ſo tief eingeſenkt, daſs es ſo gut iſt, als fehlte er ganz, ſo iſt die ganze Lichtmaſſe lichtblau und völlig durchſichtig. Man ſieht ſehr deutlich, daſs die Lichtentbindung nur in der innern und in der äuſsern Berührungsfläche mit der Luft vor ſich geht, und es ſteht innerlich eine dünne blaue cylindriſche Lichtwand da; eine zweite koniſche äuſserlich, und zwiſchen beiden zeigt ſich weiter nichts. Nur wenn der Abſtand beider Cylinder ziemlich groſs iſt, oder etwas vom Dochte hervor ragt, bildet ſich eine Spitze zwiſchen dieſen Wänden, und in ihr in der Regel eine lichte gelbe Spitze. Ueber der Flamme und um ſie zeigt ſich ein hoher kaum ſichtlicher Dunſtkegel, der wahrſcheinlich den entweichenden Waſſerdämpfen zuzuſchreiben iſt. Verſchlieſst man die untere Oeffnung der Röhre für den innern Luftzug allmählig mit dem Finger, ſo wird der innere Lichtcylinder, oder

vielmehr abgeſtumpfte Lichtconus, ein völliger Kegel, immer kleiner, und verſchwindet endlich ganz. Dafür nimmt der äuſsere Lichtkegel an Höhe zu, fieſst in eine Spitze zuſammen, und dieſe blaue Spitze hat in ihrem Innern eine zweite ihr ähnliche hellgelbe Flammenſpitze, die mit ihr wächſt und abnimmt. Die Argand'ſche Lampe nähert ſich in dieſem Falle einem bloſsen Gefäſse, worin Weingeiſt brennt. Die elaſtiſchen Flüſſigkeiten müſſen ſich nun mehr ausbreiten, ehe ſie Sauerſtoffgas genug finden, um ſich damit vollſtändig zu zerſetzen; daher die gröſsere, aber auch minder intenſive Flamme, und bei dieſer mindern Hitze wird der Weingeiſt im Innern nur in öhlerzeugendes Gas, im Aeuſsern dagegen, wie es ſcheint, in Kohlenwaſſerſtoffgas verwandelt. — Wird der Docht aus der Lampe ſo weit heraus gezogen, daſs er bedeutenden Einfluſs auf das Verbrennen hat, ſo ſieht man 4 Flammenkegel in einander: 1. den unterſten an der Berührungsfläche mit dem innern Luftzuge; er iſt jetzt ein völliger Conus, blau mit gelbem und rothem Lichte untermiſcht; 2. den von dichterm dunkler gelbem, und weniger durchſichtigem Lichte im Innern; 3. den äuſsern Lichtkegel, der jetzt nicht mehr blau, ſondern röthlich-gelb und ſo dünn und von ſo unſteter Figur iſt, daſs er nur, wenn die kupferne Zugröhre aufgeſetzt wird, eine bleibende koniſche Geſtalt hat; 4. einen rothen ſehr ſchmalen Lichtkegel, der dieſen umgiebt. Welchen Einfluſs das Waſſer, das ſich beim Alkohol befindet, auf dieſe Erſcheinung hat, kann ich nicht angeben. Alkohol mit $\frac{1}{3}$ und mit $\frac{1}{7}$ Waſſer gaben dieſelben Erſcheinungen, nur daſs dieſer raſcher brannte.

Bei einem *Talglichte* ſcheint zu unterſt aus dem Dochte eine blau brennende Gasart zu entweichen, weiter hinauf eine mit weiſsem dichten Lichte brennende elaſtiſche Flüſſigkeit, die zunächſt um den Docht und

über dem Dochte nur eine dünne durchsichtige leuchtende Hülle, weiter hinauf aber eine dichte, volle, undurchsichtige Lichtmasse bilde, die in einer sehr bestimmt gezeichneten Spitze ausläuft, und mit einer kaum sichtlichen weit mattern und sehr dünnen Lichtscheide umgeben ist, welche nur zur zu oberste in etwas intensiveres Licht hat, wo sie oft in 2 verschiedene Spitzen ausläuft. Je nachdem man vorm Löthrohre Glas mit Braunstein am weisen oder am blauen Theile der Lichtflamme zusammen schmelzt, erhält man ein purpurrothes oder ein farbenloses Glas; dieses am weisen Lichte wieder geschmelzt, wird purpurn, jenes am blauen farbenlos. (Vergl. *Annalen*, II, 172.) *Gilbert.*

V.

NACHRICHT

von einer in der Kattunfabrik des Barons von Fries zu Kettenhof eingerichteten Thermolampe,

vom

Dr. De Carro
in Wien.

(Aus einem Schreiben an die Herausgeber der Bibl. britannique in Genf.)

Wien den 2ten Mai 1804. *)

Schon vor mehrern Monaten hatte ich gehört, und Ihnen die Nachricht in einem Briefe mitgetheilt, der Baron von Fries habe in seiner Kattunfabrik zu Kettenhof, 2 Stunden von Wien, eine Thermolampe zur Erzeugung der ihm nöthigen Essigsäure errichtet, und sich durch den Gebrauch derselben von dem grofsen Nutzen überzeugt, mit dem sich diese Maschine in vielen Fällen anwenden lasse. Vor einigen Tagen hatte ich das Vergnügen, diese Fabrik in Gesellschaft des Herrn Paris, Dr. der Medicin, zu besehen. Was ich hier bemerkt und gehört habe, wird für Sie desto interessanter seyn, da erst vor kurzem die Gesellschaft zur Aufmunterung der Nationalindustrie in Frankreich eine Preisfrage auf-

*) *Bibliothéque britannique, Sciences et Arts*, Vol. 26, p. 303. d. H.

gegeben hat, über die Produkte der Deſtillation des Holzes im Groſsen, und über den Gebrauch, den man von dieſen Produkten in manchen Gewerben oder in der Hauswirthſchaft machen könne. Auf einen Theil dieſer Frage kann ich nunmehr genügend antworten, nämlich in ſo weit ſie die Anwendung dieſer Deſtillation auf die Färberei betrifft.

Da Sie ſchon ein Modell der *Winzler'ſchen* Thermolampe beſitzen, ſo ſchränke ich mich darauf ein, Ihnen das Eigenthümliche der Kettenhofer anzugeben. Denken Sie ſich 3 Töpfe oder Kolben aus Gufseiſen, die in einem Ofen aus Backſteinen eingemauert ſind, der die Form eines rechtwinkligen Parallelepipedums hat. An jedem befindet ſich, nicht tief unter dem obern Rande, ein Hals aus Gufseiſen, über den eine Röhre aus Eiſenblech, welche durch einen ungeheuren Kübel voll kalten Waſſers geht, feſt gekittet wird. Dieſe Röhre endigt ſich in einer dampfdicht ſchlieſsenden Tonne, in deren obern Theile zwei andere gekrümmte Röhren eingekittet ſind, die nach der Feuerſtätte des Ofens unter dem eiſernen Topfe zurück gehen.

Man füllt den eiſernen Kolben mit Büchen- oder Eichenholz, ſchiebt den Deckel auf, und verſchmiert ſie mit einem Kitte, der aus Gyps, an der Luft zerfallenen Kalke und Rindsblut beſteht; und zündet dann das Feuer unter ihnen an. So wie ſie ſich allmählig erhitzen, geht die brenzliche Holzſäure Tropfen für Tropfen in die Tonne über; zuletzt, wenn ſie glühen, in ganzen Strahlen. Die brennbare

Luft

Luft kehrt aus der Tonne durch die Röhren in die Feuerſtätte zurück, und bildet hier eine Flamme von 2 Fuſs Durchmeſſer, welche die Hitze vermehrt.

Die brenzliche Holzſäure, welche man heraus nimmt, wenn die Verkohlung vollendet iſt, riecht ſtark empyreumatiſch, und hat die Farbe eines dunkeln Biers, wie Porter. So läſst ſie ſich nicht gebrauchen. Sie wird aus einer kupfernen Blaſe nochmahls abgezogen, und geht ſehr flüſſig und ambragelb über. Fährt man mit der Deſtillation fort, ſo erhält man eine dicke ſehr flüſſige Materie, die man in einer groſsen Kufe auffängt. Iſt die Operation vollendet, ſo ſchöpft man den leichteſten Theil der Flüſſigkeit, ein Oehl, mit eiſernen Löffeln ab; das übrige wird an der Luft feſt, und bildet ein hartes Pech, das im Bruche ſtark glänzt. Dieſes ſind die Produkte der Deſtillation des Holzes. *) In den Kolben findet man eine ſehr ſchwarze glänzende, ſehr leichte und ſehr entzündliche, völlig geruchloſe Kohle. Der Verkohlungsprozeſs dauert den ganzen Tag fort; ſo bald er vollendet iſt, nimmt man die Kohlen heraus, (ein Mahl des Tages,) und dämpft ſie aus, in einem eiſernen Kaſten, der neben dem Ofen ſteht.

Folgendes ſind die ökonomiſchen Vortheile, welche die Fabrik von dieſer Thermolampe hat.

*) Des Eichen- und Büchenholzes, denn bei weichem Holze verhalten ſie ſich anders. *d. H.*

Ein Mahl heitzt der Ofen einen grofsen und hohen Saal, in welchem er ſteht, und der zum Trocknen des Kattuns und der Baumwolle beſtimmt iſt, welche von der Decke herab hängen. Er bedarf nicht mehr an Feuermaterial, als der vorige Ofen, an deſſen Stelle man ihn hierher geſetzt hat, und hitzt doch zugleich die eiſernen Kolben, in denen das Holz deſtillirt wird.

Zweitens erhält man als Produkte dieſer Deſtillation: *Holzſäure*, die auf eſſigſaures Eiſen benutzt wird, deſſen man ſich zum Färben bedient, von Schwarz, Braun und allen dunkeln Farben. Bisher verbrauchte die Fabrik zu dieſer Abſicht über 500 Eimer Weineſſig, den ſie mit 8 Fl. den Eimer bezahlte. Sie erhält der Holzſäure jetzt ſo viel, daſs ſie glaubt, alle öſterreichiſche Fabriken damit verſorgen zu können. *Oehl*, welches von den Arbeitern in Lampen verbrannt und von den Lederbereitern *(corroyeurs)* ſehr geſucht wird. *Theer*, den man den Zentner mit 5 Fl. bezahlt. *Kohle* im Kolben, von vorzüglicher Güte.

Herr Ziegler, einer der Directoren dieſer Fabrik, hatte verſucht, die Holzſäure auf Bleiweiſs zu benutzen; allein ſtatt weiſsen Bleiweiſses, erhielt er gelbes, welches dem Oehle zuzuſchreiben iſt, das ſich bei der Holzſäure befindet, und das er ungeachtet wiederhohlter Deſtillationen davon nicht zu trennen vermochte. Herr Dr. Paris ſättigte die Holzſäure mit Kali, that dann Schwefelſäure hinzu und deſtillirte; ſo erhielt er eine Eſſigſäure,

klar und rein wie Waſſer. Um dieſen Prozeſs mehr zu vereinfachen, zog er die Holzſäure über Kohlenpulver ab. Dies gab ihm eine ſehr ſtarke, ſehr ſtyptiſche und vollkommen weiſse Säure. Vermittelſt dieſes Kunſtgriffs wird daher auch die Bleiweiſsfabrikation unſtreitig gelingen.

Man ſchätzt in dieſer Fabrik die Stärke der Holzſäure auf das Dreifache der Stärke des Eſſigs, deſſen man ſich bis dahin in ihr bediente.

Da dieſe Verſuche nicht von Chemikern angeſtellt ſind, ſo haben ſie freilich nicht die Genauigkeit, welche zu wünſchen wäre, und es laſſen ſich über die Vortheile des Verfahrens keine zuverläſſige Rechnungen anſtellen. Ich wünſche, daſs die Kattunfabriken meiner Vaterſtadt (Genf) von dieſer Nachricht Vortheil ziehn, und daſs andere, die in der Chemie beſſer als ich bewandert ſind, ſich mit Anwendung der Thermolampe zum ökonomiſchen Gebrauche beſchäftigen mögen.

Zuſatz des Herausgebers.

Einige Erfahrungen enthaltend, über die Thermolampe, und deren Anwendungen,

vom

Dr. Kretschmar in Sandersleben.

Daſs in Deutſchland, wie alles Neue, ſo auch die Thermolampe, gleich anfangs ihre groſsen Lobpreiſer und mehr als Einen Eiferer fand, der gern

alle Oefen umgeriſſen und ſie in Thermolampen verwandelt hätte, iſt bekannt. Am ernſtlichſten ſcheint ſich mit ihr der Verfaſſer folgenden Werks beſchäftigt zu haben: *Der häusliche und techniſche Werth der Verkohlungsöfen, ausführlich dargeſtellt, nebſt der Beſchreibung zweckmäſsiger Einrichtungen, von* Friedr. Kretſchmar, *Med. D., mit* 13 *Kupfertafeln.* Leipzig 1805, 447 S., 8. Herr Dr. Kretſchmar iſt nicht ſelbſt Chemiker, und lebt in einem kleinen Deſſauer Städtchen, wo es ihm an vielen Mitteln zur Unterſuchung und zur Belehrung fehlen mufs. Auch hat er nicht für Naturforſcher geſchrieben, ſondern es ſcheint ihm das gemeine groſse Publicum, (ungefähr ſo, wie es im Reichsanzeiger über Gegenſtände der Phyſik zu fragen und zu antworten pflegt,) vor Augen geſchwebt zu haben. Dieſem erzählt er, was für eine Bewandtnifs es mit der Verkohlung habe, (wobei er, etwas ſehr hoch, mit der Materie und deren Grundkräften anfängt,) zeigt umſtändlich, wie die Verkohlung zum Erleuchten und beſſer noch zum Hitzen dienen könne, lehrt die Produkte der Verkohlung nach ſeinen Erfahrungen kennen, thut mannigfaltige Vorſchläge, wie dieſe Produkte anzuwenden und wie Fabrikanlagen darauf einzurichten ſind, und giebt eine ſehr genügende Anleitung zur ökonomiſchen Benutzung des Feuers und eine Kritik aller Methoden, das Feuer zum Heitzen, Sieden, u. ſ. w., zu gebrauchen, bei weitem der vorzüglichſte Theil des Buches, wie bei ſo manchen ausgezeichneten Vor-

gängern in dieſer Materie zu erwarten war. Wäre auch das Werk kein Muſter, wie man ein Buch ſchreiben ſoll, ſtimmte es nicht überall mit den Grundſätzen der Chemie überein, dürfte man beſtimmte Angaben nach Maaſs, Zahl und Gewicht in gröſserer Menge wünſchen, und möchte der Verf. nicht alles richtig geſehen und erprobt haben, möchte mancher ſeiner Vorſchläge vielmehr unausführbar ſeyn; ſo wird das Publicum, für welches das Buch beſtimmt ſcheint, daran doch keinen Anſtoſs nehmen, und Hrn. Dr. Kretſchmar's Bemühungen ſind im Ganzen verdienſtlich und empfehlenswerth. Er gehört nicht zu den blinden Eiferern, welche die Thermolampe zu allem gut, und in ihr keinen Tadel finden; ſeine Erfahrungen verdienen daher Beachtung, und durch Abänderung und fortſchreitende Verbeſſerung werden manche ſeiner Vorſchläge gewifs zu gedeihlichen Reſultaten führen. Hier aus dem Werke Einiges, welches mit dem Vorhergehenden in Zuſammenhang ſteht, und dem ich meine eignen Erfahrungen mit der Thermolampe hier nicht einweben will. *Gilbert.*

„Wird Holz völlig verkohlt, ſo geben 24 Pf. nur 4 bis 6 Pf. Kohle. Ungeachtet es in Meilern nie gahr verkohlt wird, ſo gehn daher doch wenigſtens $\frac{2}{3}$ des Holzes, indem man es in Kohle verwandelt, ungenutzt verloren. Nichts kann dieſer Holzverſchwendung wirkſamere Gränzen ſetzen, als die Einführung der Verkohlungsöfen im Haus- und Fa-

brikenweſen. *) Schmiede, Gieſser, Klempner können ſich die Kohlen, die ſie zu ihren Arbeiten brauchen, ungemein wohlfeiler verſchaffen, als bis jetzt, wenn ſie ihren Stubenofen in einen Verkohlungsofen verwandeln, beſonders da ihre Kohlen nicht vollkommen verkohlt zu ſeyn brauchen. Laboranten, Apotheker, Deſtillateurs können einen Verkohlungsofen nicht entbehren, um ſich die zum Klären der Flüſſigkeiten nöthigen, völlig ausgeglühten Kohlen zu verſchaffen. — — Nach meiner Erfahrung beſitzen die Dämpfe und Gasarten, welche beim Verkohlen des Holzes fortgehn, hinlängliche Brennbarkeit zum *Hitzen*, ſo daſs ſie in vielen Fällen die Stelle des Holzes erſetzen. Auch fand ich ſie zum *Erleuchten* ſtatt anderer Lichter zwar brauchbar, aber mit weniger Sicherheit und mehrern Einſchränkungen. Zum Heitzen können ſie *ungetrennt* und mit weniger oder ohne alle Verkohlung gebraucht werden; auf dieſe Erfahrung habe ich mehrere neue Feuerungsanlagen gegründet, welche von mir bisher entweder bloſs entworfen, oder zugleich ſelbſt realiſirt worden ſind. Die Kühlanſtalten ſind dabei entbehrlich, und die Anlage wird dadurch ſo einfach, daſs ſie ſich überall anbringen läſst. Leitet man die Dämpfe unter den Roſt hin, auf welchem Holz oder Kohlen brennen, ſo ver-

*) Oder die Verkohlung in Oefen mit eiſernen Verkohlungsgefäſsen und Röhren, welche die brennbaren elaſtiſchen Flüſſigkeiten in den Ofen zurück führen. *d. H.*

brennen dieſe rathſamer, und die Kohlen werden zu einer gröſsern Gluth angefacht und verbrennen rein auf. Ich habe gefunden, daſs man auf dieſe Art das äuſsere Brennmaterial beim Verkohlen zwar nicht ganz entbehren, aber doch die Hälfte deſſelben erſparen kann. Solch einen Gas-verzehrenden Verkohlungsofen habe ich ſo wohl zur Zimmerheitzung als zu andern Zwecken mit Erfolg angewendet. Verſieht man das Verkohlungsgefäſs mit mehrern Röhren, wovon eine das Gas unter den Herd zurück, eine andere daſſelbe in den Ofen eines benachbarten Zimmers führt, ſo kann man nach Belieben durch die Thermolampe auch dieſes Zimmer heitzen oder nicht. Hängt man in dieſem zweiten Ofen wieder ein Verkohlungsgefäſs über die Flamme, ſo fängt die Verkohlung darin $\frac{1}{2}$ Stunde ſpäter an. Ich habe das Flammenfeuer der Dämpfe in einem Kochofen benutzt, und den Winter über bei dieſer Flamme kochen und braten laſſen. Die regelmäſsige Beſorgung des Feuers, welche das Sieden und Deſtilliren von Flüſſigkeiten erfordert, macht, daſs ein Verkohlungsofen für ſie beſonders brauchbar wird. Die Flamme der Verkohlungsdämpfe läſst ſich durch das Stellen des Hahns augenblicklich verkleinern und wieder vergröſsern, und hat auch vor der Heitzung mit Waſſerdämpfen in dieſen Fällen, z. B. in Färbereien, Zuckerſiedereien, u. ſ. w., Vorzüge.“

„Die Rinden liefern beträchtlich mehr brennbares Gas als der Splint des Holzes und laſſen ſich

ſehr leicht verkohlen; die junge Rinde iſt ärmer an Harz als die ältere und liefert daher weniger brennbares Gas als ſie. Das Holz iſt um ſo leichter zu verkohlen, je harzreicher es iſt; das weiche viel leichter als das harte. Das meiſte theerartige Oehl und brennbare Gas geben die harzreichen Nadelhölzer und Birkenholz, und von ihnen ſind die Dämpfe am wenigſten übel riechend. — 24 Pfund *Birkenholz* gaben im Durchſchnitt 6 Pf. Kohle, $2\frac{1}{2}$ bis 3 Pf. theerartiges Oehl und 10 Pf. Holzeſſig, und erforderten, um verkohlt zu werden, 10 Pf. Birkenholz zur Unterhaltung des äuſsern Feuers. Die gewonnene Kohle, welche warm gewogen wurde und mit der Zeit um $\frac{1}{12}$ ſchwerer wird, hatte die Hälfte des Volumens des Holzes; das Gas roch nicht unangenehm. — *Tannenholz* giebt weniger Oehl und Eſſig, und Kohlen, die dem Volumen nach $\frac{3}{4}$, dem Gewichte nach aber nur $\frac{1}{5}$ des verkohlten Holzes betragen; die Dämpfe von völlig trocknem rochen gar nicht. — *Fichten-* und *Kiefernholz* giebt mehr Oehl und brennbares Gas als Tannenholz. — *Büchenholz* und *Eichenholz* ſind ſchwer zu verkohlen und geben weniger Gas, aber eine Kohle, die weit länger brennt. — *Pflaumenkerne* geben Dämpfe, die brenzlich riechen, aber mit einer dichtern Flamme als das Holz brennen und mehr Hitze geben; auch ihre Kohle brennt ſparſamer als die Holzkohle; kohlenſaures und eſſigſaures Ammoniak begleiten in dieſem Falle die Holzſäure. — Die Dämpfe von *Birkenrinde* rochen gar nicht, von *Nuſsſchalen* benzoear-

tig. — Einige *Torfarten* geben eine beträchtliche Menge brennbares Gas, andere gar keins. Eine Torfart aus dem Bernburg-Schaumburgſchen gab nichts als hepatiſches Gas mit kohlenſaurem Gas, welches jede Flamme erſtickte; das ganze Haus füllte ſich mit einem ſolchen hepatiſchen Geruche, daſs die Verkohlung nicht zu Ende zu bringen war; die Torfkohle brannte aber ohne allen Geruch, faſt ohne Rauch und mit einer ſehr lebhaften hell glänzenden Flamme. — Von *Steinkohlen* gaben 30 Pf. ungefähr 4 Pf. Oehl und eine ammoniakaliſche Flüſſigkeit, wie der Torf; die Schwefel- und Eiſentheile fintern zu Eiſenkies zuſammen.“

„Verbrennlich ſind 1. die *rein-ſauren Dämpfe*, da der concentrirte Eſſig mit Flamme verbrennt; 2. die *öhligen Dämpfe*, von denen die ſchwerern durch Abkühlung zugleich mit den wäſſerig-ſauern niedergeſchlagen werden, die feinern aber in Verbindung 3. mit den *Kohlendämpfen* und *Gasarten* fortgehn. Flammenfeuer iſt zur Erzeugung dieſer feinen brennbaren Dämpfe wirkſamer als Kohlenfeuer. Die Flamme des einfachen brennbaren Gas giebt ohne dieſe Dämpfe weder hinlängliche Helligkeit noch Hitze, und bringt nur in Verbindung mit ihnen die Helligkeit eines gewöhnlichen Lichtes hervor. Ohne ſie brennt das Gas mit einem *himmelblauen* Lichte; und 30 ſolcher Lichter von gewöhnlicher Gröſse gaben nicht Helle genug, um dabei leſen zu können; auch erſcheinen alle gröſsere Gegenſtände dabei bläulich. Die Flamme verliſcht

dann leichter und läſst dabei den unangenehmſten Geruch zurück. Man kann mehrere Minuten lang die Hand in dieſe blaue Flamme halten, ohne ſich zu verbrennen. (?) Ich habe mich zu wiederhohlten Mahlen überzeugt, daſs eine beträchtlich groſse Flamme dieſes unvermiſchten Gas in einem Ofen verbrannt, welcher ſich mit Holz recht vortheilhaft heitzt, bei einer äuſsern Temperatur unter dem Gefrierpunkte nicht hinreicht, ein Zimmer nur nothdürftig zu erwärmen, wenn ich ſie auch 3 Stunden fortbrennen lieſs. Als ich in einem Feuerkaſten, in welchem über der Flamme ein Topf mit kaltem Waſſer ſtand, die blaue Flamme des Gas 2 Stunden lang brennen lieſs, war das Waſſer dem Sieden erſt nahe gekommen. Bei der mit Dünſten vermiſchten Flamme kam das Waſſer unter gleichen Umſtänden in $\frac{3}{4}$ St., und über Feuer von Birkenholz, deſſen Flamme dem Augenſcheine nach nur halb ſo ſtark war, in $\frac{1}{2}$ St. zum Kochen. — Die durch Abkühlung gereinigten Dämpfe ſind der Flammenſtoff, deſſen ich mich mit vorzüglichem Erfolge zum Heitzen der Zimmer und zum Küchengebrauche ſtatt des Holzes, auch zum Erleuchten bediene. Das brennbare Gas beträgt darin weniger als die öhligen und Kohlendämpfe. Dieſe gehen mit durch das Kühlungswaſſer durch; läſst man ſie aber mehrmahls in einen weiten Raum austreten, ſo wird die Bewegung des Gasſtroms ſo langſam, daſs ſie ſich abkühlen und vom Gas trennen können. Ein Luftreſervoir hat daher keine häusliche Brauchbarkeit; die

Flamme, die aus demſelben entweicht, brennt blau. [Dennoch thut Hr. Dr. Kretſchmar Vorſchläge zu einer portatilen Gaslampe, beſonders zu Nachtlichtern, die er aber ſchwerlich je zur Ausführung gebracht hat.] Wird ein Behälter mit ſolchem Gas und Dampf angefüllt, und öffnet man zugleich die Hähne einer ſenkrecht aufſteigenden und einer ſenkrecht herab ſteigenden Röhre, ſo läſst es ſich nur an der Mündung der letztern, nicht der erſtern entzünden. Es iſt alſo ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft. Daher ſtrömt es aus fallenden Röhren ruhiger als aus ſteigenden aus. Ich habe es in Röhren 24 Fuſs hoch anſteigen laſſen. Eine Flamme von der Gröſse eines gewöhnlichen Lichts widerſteht einem mäſsigen Winde, und läſst ſich nur durch Luftſtöſse ausblaſen. Von weichem Holze kommen ſie bei raſchem Feuer von Anfang an mit einem gelben reinen Lichte, und geben beinahe ſo viel Helligkeit als ein gewöhnliches Licht; anfangs zeigt ſich in ihnen ein Dampfſtrahl, den ſie als hohler Cylinder umgeben. Bei ſchwerer verkohlbaren Brennmaterialien und langſamer Erhitzung iſt die Flamme anfangs blau; dann fängt die Spitze an ſich gelb zu färben; bei groſsem Flammenfeuer ſpielen ſie blau und gelb, und endlich werden ſie ganz gelb, wie die Flamme eines groſsen Holzſtoſses; zuletzt röthet ſich die Flamme bei einer kurzen Röhre. Groſse Lichter brennen mit lodernder, kleine mit ruhiger Flamme; bei mangelnder Abkühlung brennen die Lichter der kurzen Röhren mit Kniſtern

und Funkenſprühen, welches von den mit fortgeriſſenen gröbern Oehltheilen herrührt. Meine Beleuchtung durch einen Stubenofen, worin 24 Pf. Holz verkohlt werden, dauert 3 bis 6 Stunden; ſie konnte aber ſelten 6 Stunden lang fortgeſetzt werden, weil die Stubenluft zu heiſs wurde. — Bei der Geſchwindigkeit des Durchſtrömens des Gas durch die Röhren kann in ihnen keine Knallluft entſtehen; auch habe ich ſolche nie nach Endigung des Verſuchs in den Röhren bemerkt. Als ich aber eine 25 Fuſs lange Leuchtröhre, da eben das letzte Licht zu erlöſchen anfing, in der Mitte über einer Lampe erhitzte, um den Eindrang der äuſsern Luft zu beſchleunigen, und ein anderer am Ende das Licht wiederhohlt anzündete, wandte die Flamme ſich einwärts und fuhr mit donnerndem Geräuſch innerhalb der ganzen Röhre fort. Ich zündete mehrmahls das noch 1 bis 2 Stunden nach der Verkohlung im Verkohlungsgefäſse vorhandene brennbare Gas an; das geſchah mit einer kleinen Verpuffung und es ſchlug eine blau und gelb gemiſchte Flamme 6 Fuſs hoch auf; ſie ſtieg und ſenkte ſich abwechſelnd, und dieſes ſchöne Schauſpiel endigte ſich nach zehn Minuten. (?) Als ich das Gefäſs 12 Stunden nach Ende der Feuerung öffnete, geſchah ein Windſchuſs, der einen Theil der Kohlen mitnahm und umher ſchleuderte.“

„— — Das durch die Thermolampe erhaltene *Oehl* dampft beim Verbrennen noch ſtärker als Rüböhl, hat einen noch unerträglichern und durchdrin-

gendern Geruch als altes ranziges Fett, und verſtopft den Docht, um den ſich bald eine kohlige Rinde anlegt, worauf die Flamme erliſcht. In zwei übrigens gleichen Lampen verbrannten in 1 Stunde 120 Gran Rüböhl, das ½ Jahr alt war, und 100 Gran friſchen Holzöhls; erſtere muſste in der Stunde 2 Mahl, dieſe 4 Mahl geſchnupft werden, um gleiche Helligkeit zu geben. Mit anderm Oehl aufgeſotten, vermiſcht ſich das Holzöhl damit und brennt beſſer. Bis zum Aufwallen erhitzt, giebt es nicht eher Dämpfe, als bis es ſtark kocht; dieſe (?) brennen mit einer groſsen lodernden Flamme, die bei ſtärkerer Hitze ganz, bei geringerer nur an der Spitze hellgelb, unten blau iſt. Zuletzt blieſen ſie ſo ſtark, daſs ſie deſshalb nicht mehr brannten. — Das theerartige Holzöhl trocknet an der Luft eben ſo bald als der beſte Leinöhlfirniſs ein, und der Geruch verliert ſich bei dem Austrocknen. Holzwerk damit beſtrichen wird glänzend ſchwarz und iſt gegen Näſſe und Wurmfraſs geſchützt; in der Sonnenwärme verflüchtigte ſich aber der Anſtrich, daher es am vortheilhafteſten wäre, das Holzöhl zu dieſer Abſicht mit Leinöhlfirniſs und Kienruſs zu verſetzen. Eiſen und Kupfer lieſse ſich dadurch gegen das Roſten ſchützen. Auch macht es das Leder, das damit geweicht wird, haltbarer und waſſerdicht, riecht aber etwas. Beim Walken des Leders iſt es beſſer als Thon und Fett; das Leder wird dadurch auſserordentlich dicht und geſchmeidig, und der Geruch verjagt Ratten

und Mäuse. Mit Fett zerlassen giebt es Wagenschmiere. Destillirt giebt das Holzöhl ein dem Kienöhl an Flüchtigkeit und Geruch ähnliches Oehl; aber nur der erste Antheil, der übergeht, ist farbenlos. Es bleibt ein zähes Pech zurück, das in Wasser gekocht, alle Eigenschaften des Pechs zeigt."

„Die *Holzsäure* riecht und schmeckt durchdringend räucherig. Durch Digestion mit Kohlenpulver läst sie sich nicht entfärben, wohl aber durch Destillation im Wasserbade über Kohlenpulver und Braunstein; sie erscheint dann farbenlos und ohne Geruch, aber noch mit flüchtigem Oehl verbunden, welches sich auf einer Glasplatte, die man den Dämpfen derselben aussetzt, als ein glänzender Ueberzug zeigt. Um 1 Drachme Pottasche zu sättigen, wurde 1 Unze destillirter Holzsäure, aber $1\frac{1}{2}$ Unzen destillirten Weinessigs gebraucht. Von jener lösten 8 Unzen 7 Drachmen Bleiglätte auf, von dieser nur 4 Unzen 10 Gran. Die nicht-destillirte enthält so viel theerartiges Oehl in sich, dass sie es an der Luft in Flockengestalt absetzt, und sie läst sich deshalb zum Schwarzfärben von Zeugen, von Leder, von unglasirtem Thon, von Horn und Knochen und von Holz brauchen, welches dadurch das Ansehen von schwarzem Ebenholz bekommt, ohne rauh zu werden, nur dass alle Essigsäure den Tischlerleim auflöst. Recht rostiges Eisen, welches man in Holzsäure wirft, löst sich darin so schnell als in Essigsäure auf, und die kohlschwarze Auflösung, welche

dieſes giebt, kann die Stelle der Eiſenvitriolauflöſung zum Schwarzfärben ſehr vortheilhaft vertreten. Holzſäure iſt zum Gerben der Häute ſehr brauchbar, und färbt ſie zugleich ſchwarz. — Friſches Fleiſch, nachdem es 12 Stunden in Holzſäure gelegen, ſah inwendig weiſs, äuſserlich ſchwarz aus, und war ſo derb geworden, wie ſtark geräucherter Schinken, welches darauf beruht, daſs die Eſſigſäure den Gallert ſo willig auflöſt, und dem Fleiſche entzieht. — Holzſäure iſt dem gebrauten Eſſig zur Bereitung von Bleiweiſs und Grünſpan vorzuziehen; da er keine ſchleimigen Theile enthält, kann er nicht ſo leicht verderben als dieſer, während der gewöhnlichen Operation, die 6 bis 8 Wochen dauert, indem man Eſſig und Metall in Miſt oder in einem Keller zuſammen hinſtellt. Es iſt vortheilhafter, beide Metalle der flüſſigen Säure unter Berührung der Luft, als den Dämpfen derſelben auszuſetzen, und ſo z. B. ſie mit deſtillirtem Holzeſſig zu beſprengen.“

So weit Herr Dr. Kretſchmar.

VI.

BESCHREIBUNG

einer verbeſſerten Einrichtung der Luftpumpe,

von

N. MENDELSSOHN
in London.

Folgendes iſt der Brief an Nicholſon, geſchrieben zu London *Surry-Street, Black-Friars*, Februar 13, 1805, womit Herr Mendelsſohn die Beſchreibung begleitete, welche in Nicholſon's *Journal*, March 1805, pag. 201, eingerückt iſt. „Ich hatte den Vorſatz, da ich mich, als mathematiſcher Inſtrumentenmacher, niederliefs, es mein Hauptbemühen ſeyn zu laſſen, die Inſtrumente ſo weit zu verbeſſern, als es die gegenwärtigen Fortſchritte in den Wiſſenſchaften, die Natur der Sache und meine geringe Geſchicklichkeit nur immer erlauben möchte. Ich begann mit Volta's electriſchem Feuerzeug und mit der Luftpumpe. Den Bau der letztern glaube ich ſehr vereinfacht zu haben, ſo daſs ſie nicht ſo leicht als bisher wandelbar werden kann, und doch ein ſehr groſses Exhauſtionsvermögen beſitzt. Sie ſteht, wie ich ſie hier beſchrieben und abgebildet habe, zu Ihrer Anſicht bereit, und ich würde mich glücklich ſchätzen, wenn dieſes phyſikaliſche Inſtrument Ihren Beifall fände. — — —“

Der

Der vielen Verbeſſerungen, welche man im Bau der Luftpumpe angebracht hat, ungeachtet, blieb es doch noch immer zu wünſchen, daſs ſie in ihrem Mechanismus vereinfacht würde, ohne dadurch etwas von ihren Vorzügen nach den neueſten Einrichtungen einzubüſsen. Daſs der Mechanismus der Pumpe, und nicht der Luftdruck die Ventile öffnen möchte, war längſt gewünſcht, und von den Herren Cuthbertſon, Haas und einigen andern erfinderiſchen Künſtlern wirklich geleiſtet worden; es ſchien mir indeſs beim Leſen der Beſchreibungen ihrer Luftpumpen, daſs dieſe zu zuſammen geſetzt ſeyen. Ein ſo complicirtes Inſtrument zu reinigen und wieder zuſammen zu ſetzen, muſs für den Phyſiker eine ſehr beſchwerliche und ſchwierige Sache ſeyn. Bei meiner Einrichtung läſst ſich die Luftpumpe, nachdem ſie gereinigt worden, in weniger Zeit als einer halben Stunde wieder zuſammen ſetzen, und bedarf des Reinigens nur ſelten.

Ich habe die Communicationsröhre, welche in den gewöhnlichen Luftpumpen von den Ventilen nach dem Recipienten führt, ſammt dem Hahne dieſer Röhre verworfen, und den Recipienten unmittelbar über die Ventile geſtellt. Zu dem Ende muſsten die Stiefel verkehrt geſtellt werden, mit der Bodenplatte und den Ventilen oben, und der gezähnten Kolbenſtange ſammt dem Stirnrade unten, wie Taf. II zeigt. AB, CD ſind die beiden Stiefel, und E, F die beiden Ventile, durch welche der Recipient O mit den Stiefeln, vermöge

zweier sehr kurzer Kanäle *ab*, *cd*, (Fig. 2, Taf. II,) und dem Hahne *G*, (Taf. I,) in Verbindung steht. In den Deckeln *i* und *k* befinden sich zwei andere Ventile, die sich nach aufsen öffnen, und der Luft aus den Stiefeln den Ausgang in die Atmosphäre verstatten. Man sieht eins dieser Ventile bei *e*.

Der Teller *MN* besteht aus einer eben geschliffenen Glasplatte. Ich ziehe Glas dem Messing vor, weil es reinlicher ist, und weder von Wasser noch von Säuren angegriffen wird. Auch wird man dieses bei manchen electrischen Versuchen im luftleeren Raume sehr bequem finden. Die Barometerprobe *PQ* ist nach Art des ersten torricelli'schen Barometers eingerichtet; sie ist auf diese Art am leichtesten zu machen, und am zuverlässigsten; auch steht sie auf keine Weise im Wege, kann so am besten gesehen werden und ist gegen Zufälle gut gesichert. Die beiden Säulen aus Messing *HK* und *IL* halten und tragen das Ganze. *RSVW* ist das gewöhnliche Triebwerk, mit einer doppelten Kurbel *lm*, welche, wie man beim Gebrauche finden wird, einer einfachen vorzuziehen ist. Das ganze Instrument steht auf einem Mahagonytische, welcher als Fufsgestell dient.

Die Stiefel sind von Glas, inwendig ausgeschliffen und polirt, die Kolben von Zinn, und beide sind so genau gearbeitet, *dafs sie, ohne mit Leder umlegt zu werden, luftdicht schliefsen.* Die Friction zwischen diesen beiden Körpern ist über alle Erwartung geringe, und dieses bürgt dafür, dafs die

Maſchine von Dauer ſeyn wird. Ein zweiter Vortheil iſt, daſs die Pumpe, auch wenn ſie 6 Monat geſtanden hat, ſogleich zu gebrauchen iſt, ohne Reinigung oder Reparaturen zu bedürfen, da ſie von dem Oehle in den Stiefeln nicht angegriffen wird, welches beim Meſſing nicht zu vermeiden iſt.

Befindet ſich der Hahn *G* in der Lage, wie die Zeichnung ihn darſtellt, ſo iſt die Verbindung zwiſchen dem Recipienten, den Stiefeln und der Barometerprobe offen. Wird er um den vierten Theil weiter gedreht, ſo ſind die Stiefel verſchloſſen, Recipient und Barometerprobe bleiben aber in Verbindung. Um die Luft in den Recipienten zu laſſen, zieht man einen kleinen Stöpſel, (*n*, Fig. 2, Taf. II,) heraus, der in den Hahn eingeſchliffen iſt.

Was das Spiel der Pumpe betrifft, ſo wird es hinreichend ſeyn, es für einen einzigen Stiefel zu erklären, da im andern Stiefel alles eben ſo vorgeht. *F* iſt ein Kegelventil aus Metall, von welchem ab ein Kanal durch den Hahn *G* zum Recipienten hinauf geht, wie man dies in Fig. 1 und 2, Taf. II, ſieht, in welchen einerlei Theil mit einerlei kleinen Buchſtaben bezeichnet iſt. Die ſtählerne cylindriſche Stange *FT* geht durch eine Lederbüchſe *a* im Kolben; das obere Ende dieſer Stange iſt an dem Kegel *F* des Ventils befeſtigt; das untere Ende ſitzt locker in einer kleinen Höhlung und hat darin einen Spielraum von 0,1 Zoll, ſich herauf und herab zu bewegen; weiter kann ſich daher auch das Ventil *F* nicht öffnen. Geht der Kolben herunter, ſo

öffnet er ſogleich das Ventil, indem er die Stahlſtange FT herab, gegen den Boden der Höhlung drückt; dann ſchiebt er ſich längs der Stange herab, und während der ganzen Zeit hat die Luft aus dem Recipienten einen freien Zutritt zum Stiefel. So wie er zurück kehrt, hebt er die Stange FT, verſchlieſst das Ventil, und ſchiebt ſich dann längs der Stange bis zur Deckplatte hinauf. So wie hierbei die Luft im Stiefel auch nur um ein weniges condenſirt iſt, ſo öffnet ſie das Kegelventil e, Taf. II, und entweicht in die Atmoſphäre. Dieſes Ventil fällt von ſelbſt, durch ſein eignes Gewicht, (ungefähr $\frac{1}{4}$ Unze,) zu, ſo bald der Stempel die Deckplatte des Stiefels berührt, und bedarf daher keiner Springfedern oder neuer Gewichte zu dieſer Abſicht. *)

Soll die Pumpe gereinigt werden, ſo ſchraubt man die Schrauben H und I ab; die ganze Deckplatte gh, ſammt allem, was darauf ruht, läſst ſich dann abheben. Die beiden Stiefel ſind nun leicht von den Kolben herunter zu ziehen, und nachdem man ſie ausgewiſcht und mit dem reinſten milden Oehle inwendig ausgeſchmiert hat, wieder an ihre Stelle zu ſetzen. Legt man alsdann die Deckplatte wieder auf, und ſchraubt die Köpfe H und I wie-

*) Nach der Zeichnung zu urtheilen, befindet ſich darüber noch ein zweites Ventil, wodurch derſelbe Vortheil erlangt werden würde, als in der Smeaton'ſchen Pumpe durch das Ventil auf den Stiefeln. In der Beſchreibung findet ſich indeſs davon nichts. *d. H.*

der ein, so ist das Instrument ganz im Stande. Weder die Kolbenstangen noch das Triebrad braucht man fortzunehmen, da die Cylinder über ihnen stehn.

Ich beschliesse mit der Bemerkung, dass weder der Gebrauch von gläsernen Stiefeln, noch die Methode, die Ventile zu öffnen und zu schliesen, neu ist; doch ist, so viel ich weiss, meine Luftpumpe das erste Instrument dieser Art, welches man in England ausgeführt hat. Die Idee, die Ventile in der Deckplatte anzubringen, und dadurch die Maschine zu vereinfachen, scheint den vortrefflichen Künstlern in diesem Lande, wie im Auslande, entgangen zu seyn; ich habe sie nirgends angedeutet oder beschrieben gefunden. Dass die Kolben von Metall ohne alle Liederung sind, muss die Dauer erhöhen und das Arbeiten mit der Luftpumpe zu einer weit weniger sauern Arbeit machen.

VII.

Noch etwas über Lichtſtrahlen beim Blinzeln.

In Beziehung auf Herrn Prof. Kries Bemerkungen in Voigt's Magazin für Naturkunde, B. X, St. 6, S. 495—502.

Ruhige Erörterungen wiſſenſchaftlicher Gegenſtände ſind von dem Unangenehmen litterariſcher Fehden ſo weit entfernt, daſs ich es mir nicht verſagen kann, auf Herrn Prof. Kries Bemerkungen noch Einiges zu erwiedern. Es iſt mir nur darum zu thun, endlich einmahl *irgend eine* Erklärung eines ſo gemeinen Phänomens auſser Streit geſetzt zu ſehen; ob es die *meinige* oder eine *andere* iſt, daran liegt nichts. Wahrheit iſt, auch bei ſolchen minder wichtigen Dingen, immer ein Gut, und von Andern mitgetheilt, nicht minder ſchätzbar, als durch eigene Anſtrengung erworben oder durch Zufall gefunden. Wenn ich bis jetzt noch meine in den *Annalen der Phyſik*, XIX, 187 f., (unter 8, Seite 210,) aufgeſtellte letztere Erklärung für genügend halte, ſo liegt es wenigſtens gewiſs nicht an einem Widerwillen, mich vom Gegentheile überzeugen zu laſſen.

1.

Dafs Länge, Dicke und beſonders Menge der Härchen in den Augenwimpern, — wenn dieſe als Cylinderſpiegel durch Reflexion die Lichtſtrahlen beim Blinzen hervor brächten, *) auf die Erſcheinung einen ſehr merklichen Einfluſs haben müſsten, ſcheint mir immer noch nothwendig.

Herr Prof. Kries ſagt: „die Strahlen lieſsen „ſich nicht zählen; an beiden Augenliedern ſtänden „die Wimpern dicht genug, ſo dafs die Strahlen „zum Theil zuſammen fallen müſsten, und es ſey

*) Dieſes iſt die Erklärung des Herrn Prof. Kries, welche er der frühern des Herrn Directors Vieth entgegen ſetzte. (*Annalen*, XIX, 317.) Es ſey mir erlaubt, zu bemerken, dafs, wenn es Hrn. Kries gefallen hätte, auf die Beobachtungen Rückſicht zu nehmen, welche ich in den *Annalen* dem gründlichen und lichtvollen Aufſatze des Herrn Vieth beigefügt habe, (*daſ.*, 215, 372,) ſeine Unterſuchungen über den Einfluſs der Augenwimpern auf das Phänomen, ihn vielleicht zu andern Reſultaten und wahrſcheinlich zu dem Urſprunge der höchſt feinen divergirenden Strahlen über der Flamme, welche einem Federbuſche aus Licht gleichen, geführt haben dürften. Dafs Herr Vieth dieſe nicht wahrnimmt, ſcheint mir ein Zeichen, dafs es dabei auf die Stellung der Augenwimpern gegen einander ankömmt; und daraus möchte ich, wie aus den farbigen Franzen, die ſie unter Umſtänden zeigen, (*Ann.*, XIX, 373, Anm.,) ſchlieſsen, dafs Beugung des Lichtes zwiſchen den Augenwimpern an dem Urſprunge dieſer Strahlen mehr Antheil habe, als Reflexion. *d. H.*

„hier ſchwer zu entſcheiden, auf welcher Seite „mehrere lägen.“ Zählen iſt hier nicht nöthig; man kann die ganzen Lichtſchweife ohne das, ganz wohl, und zu dieſem Behufe genau genug ſchätzen und mit einander vergleichen.

Jeder Blick auf die Augen anderer und auf meine eigenen im Spiegel zeigt mir eine Verſchiedenheit an den Wimpern, die nothwendig Einfluſs auf die Erſcheinung haben müſste, wenn dieſe von jenen hervor gebracht würde. Es ſey mir erlaubt, meine eigenen Augen, die ich am öfterſten und am genaueſten beobachtet habe, hier zum Beiſpiel zu nehmen.

An dem obern Augenliede meines linken Auges ſtehen die einzelnen Härchen der Wimpern, nach dem innern Augenwinkel zu, über eine halbe Linie weit aus einander. In der Mitte des Augenliedes hingegen ſtehen ſie dicht, faſt ſich berührend, an einander. Dort ſind ſie fein, kurz, ſchnell gekrümmt; hier, ſtark, lang, ſchwach gekrümmt; — wie wäre es möglich, daſs Reflexion von jenen und von dieſen im Ganzen einerlei Erſcheinung geben ſollte?

Herr Prof. Kries ſagt: die obern und untern Strahlen wären nicht vollkommen einerlei. — Ich finde aber doch die obern wenigſtens nicht ſchwächer und kürzer als die untern, obgleich jene von dem untern Augenliede herrühren, welches bei weitem ſchwächere, kürzere und ſparſamere Wimpern hat.

Uebrigens ist in der eben angezogenen Beobachtung nur von den Strahlen eines und eben desselben Augenliedes die Rede. — Noch mehr! Am innern Winkel meines rechten Auges ist am obern Augenliede eine Stelle, wo auf eine Weite von mehrlals einer ganzen Linie, kein Härchen zu entdecken ist. Dessen ungeachtet finde ich, wenn ich durch schiefes Hinblinzen aus dem innern Augenwinkel die Pupille hinter diese Stelle bringe, die Strahlen wie gewöhnlich.

2.

Was den Versuch mit *gedeckten Augenliedern* betrifft, so bedaure ich, ihn nicht persönlich mit Herrn Prof. Kries und seinen achtungswürdigen Freunden wiederhohlen zu können, um zu sehen, woran es lag, dafs es ihnen nicht gelingen wollte. Ich habe ihn bei dieser neuen Veranlassung vielleicht zum zwanzigsten Mahle wiederhohlt, und mich ganz vorzüglich vor dem Spiegel davon versichert, dafs die Wimpern durchaus bis über die Wurzeln gedeckt waren, aber immer erscheinen mir die Strahlen, wie bei ungedeckten Wimpern. Vielleicht haben Herrn Prof. Kries und seine Freunde das Augenlied, nachdem die Wimpern gedeckt waren, nicht in die gehörige Lage gebracht, die es beim Blinzen haben mufs, nämlich so, dafs es vor die Pupille kömmt. Hierin kann man es leicht versehen, weil das Augenlied sich durch die ungewohnte Deckung der Wimper etwas genirt fühlt. Dafs

dieſer Verſuch am beſten mit dem untern Augenliede gelinge, iſt leicht zu erachten.

Man kann auch die untere Wimper, ohne ſie zu bedecken, dadurch aus dem Spiele bringen, daſs man das Augenlied herunter zieht, ſo daſs ſich die Wimpern niederwärts kehren, und ſodann die von Wimpern entblöſste innere Seite des Augenliedes vor die Pupille hinauf ſchiebt. Die Strahlen erſcheinen auch dann.

3.

Ein Hauptumſtand des Phänomens, nämlich daſs die obern Strahlen von dem untern Augenliede, die untern Strahlen aber von dem obern Augenliede herkommen, ſcheint mir mit Herrn Prof. Kries Erklärung unvereinbar zu ſeyn. Es wird wohl keiner Figur bedürfen, um ſich die Lage der Wimpern zum Beiſpiele am untern Augenliede, und die Lage des von einer Lichtflamme her einfallenden, und von den Wimpern zurück geworfenen Strahls vorzuſtellen.

So viel ich nun ſehe, müſsten die zurück geworfenen Strahlen von den untern Wimpern *hinaufwärts* in das Auge gehen, das heiſst, nach der Gegend der Netzhaut, wo ſich der untere Theil der Flamme abbildet, und umgekehrt von den obern Wimpern nach unten, das heiſst, nach der Gegend der Netzhaut, wo die Spitze des Flammenbildes liegt. Mit andern Worten; die untern Augenlieder müſsten die untern Strahlen, die obern Augen-

lieder die obern Strahlen geben, — das Gegentheil von dem, was die Erfahrung lehrt.

4.

Ein anderer Umstand, der sich eben so wenig mit Herrn Prof. Kries Erklärung zu vertragen scheint, ist der, dass man die Wimpern bewegen kann, ohne dass dadurch eine Verrückung der Strahlen erfolgt. Dies lässt sich am besten an den obern Augenwimpern, als den längern, versuchen. Man braucht nur durch Blinzen den untern Lichtschweif hervor zu bringen, und dann eine dünne Federspule oder dergleichen durch die obern Wimpern hin und her zu ziehen. Die Strahlen bleiben unverändert.

Wenn man die obern Wimpern mit einer Feder oder dergleichen *in die Höhe* drückt, so verschwinden freilich die Strahlen; aber nicht, wegen Entfernung der Wimpern, sondern weil das Augenlied selbst dadurch verrückt und dessen Rand verdeckt wird. Verhütet man dieses, so bleiben auch die Strahlen.

5.

Dass bei den Strahlen keine Farben merkbar sind, rührt, wie ich glaube, von der Schwäche des Scheins her. Dass die Strahlen nur auf dunkelm Grunde deutlich erscheinen, beweiset schon ihre Schwäche; so auch der Versuch mit der Camera obscura. Auch bei andern Lichtscheinen, die unläugbar von Brechung herrühren, zum Beispiel,

wenn Thränen oder Waſſer zwiſchen den Augenliedern iſt, werden eben ſo wenig Farben geſehen.

Daſs übrigens Brechung vor der Hornhaut unſtreitig ſeyn müſſe, ſieht man, wenn man das Auge eines Andern, den gegen eine Lichtflamme blinzet, oder auch das eigene vor dem Spiegel genau betrachtet. Man wird nämlich, am beſten am untern Augenliede, in der feinen Rinne, die deſſen innerer Rand in Berührung mit der Hornhaut bildet, einen Lichtpunkt gewahr, der von einer daſelbſt befindlichen Feuchtigkeit zeigt, von welcher Licht zurück geworfen, aber natürlich, da ſie durchſichtig iſt, auch ins Auge hinein gebrochen wird.

6.

Was die ſcheinbare Länge der Strahlen betrifft, ſo iſt dabei viel Täuſchung. Man ſchätzt ſie nach der Entfernung des Auges von der Lichtflamme. Ueber ihre wirkliche Länge auf der Netzhaut habe ich durch folgende Verſuche etwas Näheres zu beſtimmen geſucht.

Man gebe dem Strahle, zum Beiſpiel dem obern, der vom untern Augenliede herkommt, durch Blinzen ſeine gröſste Länge, in einer beliebigen Entfernung von der Lichtflamme, ſodann nähere man ſich der letztern, bis der Strahl in ſeiner gröſsten Länge dem Augenmaaſse nach mit der Flamme gleich lang iſt. Bei meinem Verſuche, wo die Länge der Flamme 1 Zoll war, traf dieſe Gleichheit immer dann ein, wenn das Auge nur noch ſechs

bis acht Zoll von der Flamme entfernt war. Hieraus findet sich die Länge des Strahls auf der Netzhaut, von der Spitze des Flammenbildes an gerechnet, etwa 2 Linien. Dafs ich dies für weiter nichts als eine nur beiläufige Bestimmung ausgebe, brauche ich kaum zu sagen.

7.

Die Bemerkung des Herrn Prof. Kries, dafs durch Brechung ein zusammen hängender Schein, ein verlängertes Flammenbild entstehen müsse, da man doch getrennte Strahlen sehe, ist sehr gegründet, aber sie ist *für* meine Meinung, und nicht dagegen.

Ich behaupte nämlich auch, dafs wirklich jeder Strahl ein zusammen hängendes verlängertes Flammenbild sey, wenn man es so nennen will. In einer Entfernung von einigen Fufsen sieht man beim Blinzen nicht eine einfache Flamme, sondern mehrere in einander geschobene Flammen, von deren jeder Strahlen ausgehen.

Dafs aber auch von jeder dieser einfachen Flammen nicht blofs ein einziger Strahl entsteht, erklärt sich aus folgendem Umstande. Man halte einen kleinen Spiegel nahe vor das Gesicht, doch so, dafs der Rand des untern Augenliedes von der nahen Lichtflamme beschienen wird. Wenn man nun die Feuchtigkeit zwischen dem innern Rande des Augenliedes und der Hornhaut aufmerksam betrachtet, indem man dem Kopfe eine sanfte Wendung

zur Seite giebt, ſo bemerkt man, nicht einen einzigen ſtetig fortrückenden Lichtpunkt, ſondern er erſcheint abgeſetzt, ſo daſs kleine Stellen ſind, wo er verſchwindet und weiter hin wieder erſcheint, gerade ſo wie beim Blinzen, wenn man den Kopf ſeitwärts dreht, ruckweiſe andere und andere Strahlen erſcheinen.

Dies rührt von den kleinen Wärzchen der Haut und der Klebrigkeit der Feuchtigkeit her. Es bildet ſich nicht eine ſtetig zuſammen hängende Fläche; ſondern es entſtehen mehrere, durch kleine Zwiſchenräume von einander getrennte, kleine Sammlungen der Feuchtigkeit, deren jede, ſo weit ſie vor der Pupille liegen, an dem Phänomene Theil hat.

Daſs die Strahlen nichts anderes als Verlängerung des Bildes der Lichtflamme, oder allgemein der leuchtenden Fläche auf der Netzhaut ſind, zeigt ſich am deutlichſten, wenn man gegen eine *breite* leuchtende Fläche blinzet, zum Beiſpiel aus dem Hintergrunde des Zimmers gegen ein Fenſter, wo das Tageslicht herein fällt. Man ſieht hier den Schein als eine ſchwache Fortſetzung des Fenſters ſelbſt mit den ſenkrechten Sproſſen ganz deutlich. Aus Zurückwerfung von Wimpern wüſste ich doch dies in der That nicht zu erklären. So auch bei einem ſtark erleuchteten Blatte weiſsen Papiers, u. dgl. Auch bei der Flamme ſieht man in einer Nähe von etwa ſechs bis zwölf Zoll keine abgeſonderten Strahlen, ſondern einen zuſammen hängenden breiten Schein, der nur deſshalb in gröſserer

Entfernung zum Strahle wird, weil ſeine Breite ſich mit der Breite des Flammenbildes auf der Netzhaut vermindert, ſeine Länge aber ungefähr dieſelbe bleibt.

8.

Auch die Bemerkung des Herrn Prof. Kries, daſs die Divergenz der Strahlen ſich ändern müſſe, wenn man, zum Beiſpiel bei den obern Strahlen, das untere Augenlied aufwärts ſchiebt, iſt vollkommen richtig, aber ſie iſt ebenfalls *für* meine Erklärung, nicht dagegen, weil — *es ſich auch wirklich ſo verhält.* Folgender Verſuch zeigt dies augenſcheinlich:

Anſtatt zu blinzen, bringe man den obern Strahl durch Zurückbeugung des Kopfes hervor, wodurch ebenfalls das untere Segment der Pupille hinter den Rand des untern Augenliedes kömmt, — (die weſentliche Bedingung, unter welcher nur die Strahlen erſcheinen.) Hierbei iſt nun das untere Augenlied noch nicht zuſammen gezogen, und man wird auch den Lichtſchweif in dieſer Lage ſehr divergent finden. Sodann aber ſchiebe man das untere Augenlied mit dem Finger etwas in die Höhe, wobei man den Kopf allmählig weiter vorwärts bringt, ſo werden die Strahlen ihre Richtung gegen einander ändern, weniger divergiren und parallel werden.

9.

Ich habe in den *Annalen der Phyſik* den Verſuch mit der *Camera obſcura* beſchrieben, wo ich dem Glaſe eine Bedeckung wie ein unteres Augen-

lied gab und zwiſchen deren Rand und das Glas Waſſer brachte, welches durch Adhäſion eine concave Fläche bildete, da dann die Strahlen auf dem Boden der Camera obſcura ſich deutlich zeigten.

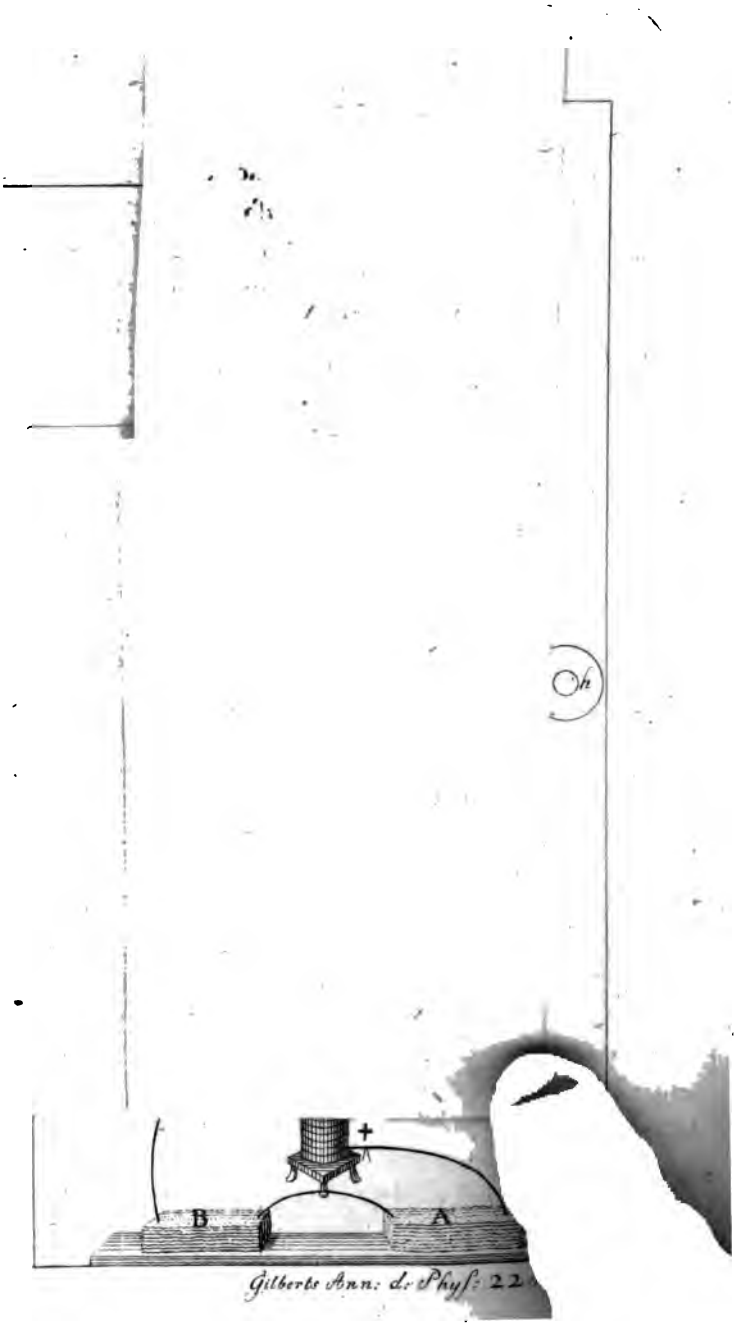
Ich glaube auf dieſen Verſuch noch jetzt als auf eine Beſtätigung meiner Meinung hinweiſen zu dürfen.

Uebrigens bin ich weit entfernt, letztere jemanden aufzudringen; auch weiſs ich ſehr wohl, daſs man ſich nur gar zu leicht bei ſolchen Erklärungen irren kann, wenn man auch für den Augenblick völlig aufs reine gekommen zu ſeyn glaubt. Ich nehme daher jeden Beweis des Gegentheils gern und prüfend an. Es wäre auch in der That ſehr thöricht, wenn uns ächtes Gold für unächtes, Wahrheit für Irrthum geboten wird, jenes zu verſchmähen.

Doch! faſt zu viel Worte über eine Sache, die, wie ich ſchon ehemahls äuſserte, doch immer nur zu den phyſikaliſchen Bagatellen gehört.

Deſſau den 10ten Febr. 1806.

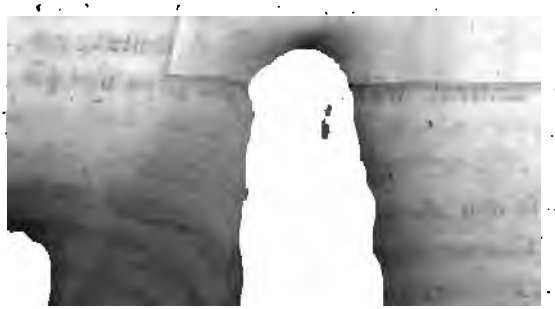
G. U. A. Vieth.



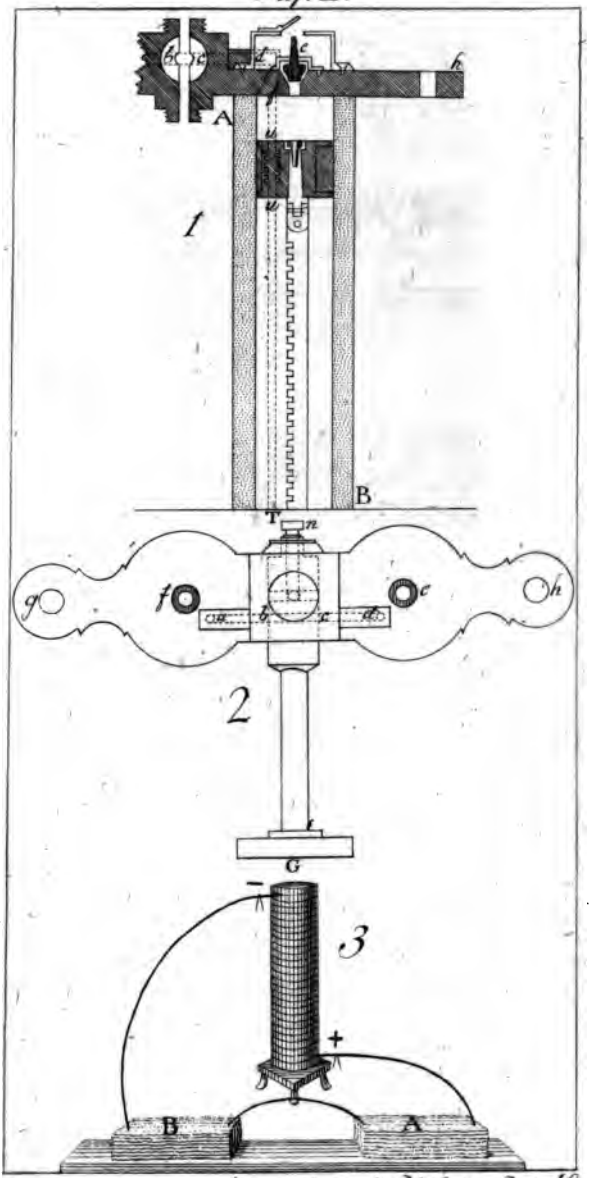
Gilberts Ann: d: Phys: 22

lied gab t
Waſſer bri
ve Fläche
den der C
Ich gl
auf eine E
dürfen.

Uebrig
den aufzu
man ſich n
irren kann
völlig aufs
nehme dah
und prüfe
thöricht, w
heit für l
ſchmähen.
Doch!
wie ich ſch
zu den phy
Deſſau



Taf. II.



Gilberts Ann. d. Phys. 22 B. 1 H.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1806, ZWEITES STÜCK.

I.

Eine wichtige Verbeſſerung beim Sprengen mit Pulver,

von

WILL. JESSOP, Eſq. *)

— — Nach dem gewöhnlichen Verfahren, Steine, Felſen und andere feſte Körper durch Pulver zu ſprengen, wird in das Bohrloch, nachdem man es bis zur rechten Höhe mit Pulver gefüllt hat, ein Draht oder dünner Stab aus Eiſen geſetzt, um vermittelſt deſſelben eine Verbindung des Pulvers mit dem Zünder offen zu erhalten; man ſtampft dann den übrigen Raum mit Steinmehl, (zu Pulver geſtoſſenen Steinen,) feſt aus, und ſchlägt den Draht heraus, um das Zündpulver aufzuſchütten: eine langwierige Arbeit, die nicht ohne Gefahr iſt, und bei

*) Aus einem Briefe an Nicholſon, geſchrieben *London Caffee Houſe*, Nov. 6, 1804, und abgedruckt in deſſen *Journal*, Vol. 9, p. 232. *Gilb.*

der überdies nicht ſelten Arbeit und Pulver verloren geht, wenn beim Herausſchlagen der Räumnadel mit dem Hammer die Zündröhre ſich verſtopft.

Man hatte mir geſagt, daſs, wenn man, ſtatt dieſes läſtige Verfahren zu befolgen, einen Strohhalm mit feinem Pulver gefüllt, auf die Pulverladung im Bohrloche ſetze, und das Loch mit loſem Sande voll ſchütte, der Schuſs eben ſo gut und kräftig ſey.

Es wurde mir ſchwer, dieſes zu glauben, weil der Schuſs da, wo er allzu geringen Widerſtand findet, wie es ſcheint, entweichen, und den loſen Sand, ohne zu wirken, hinaus blaſen muſs. Ich verſuchte indeſs die Sache, als im vorigen Auguſt zu Fort-William einige ſehr harte Felsſtücke zu ſprengen waren, und ſie gelang wider alle meine Erwartung vollkommen. Seitdem habe ich ſie noch ein Mahl bei den Briſtoler Kalkfelſen verſucht, und das mit eben ſo glücklichem Erfolge.

Ich wollte vor einigen Tagen erproben, wie wenig Sand zu dieſer Wirkung hinreichen möchte. Zu dem Ende lieſs ich in ein knotiges, 20 Zoll dickes Stück Eichenholz ein $1\frac{1}{2}$ Zoll weites und 12 Z. tiefes Loch bohren, füllte es 3 Z. hoch mit Pulver, und ſchüttete 4 Zoll Sand darüber, in der Hoffnung, dieſer würde heraus geblaſen werden, und ich würde dann allmählig den Sand von Zoll zu Zoll vermehren können. Aber zu meinem groſsen Erſtaunen zerſprang das Holz mit vieler Gewalt in

6 Stücke. — Ich wiederhohlte darauf den Verſuch mit einem ähnlichen Kloben Eichenholz, lud jetzt aber nur 2 Zoll Pulver hinein und 3 Zoll Sand darüber. Er zerſprang in zwei Stücke, und die eine Hälfte wurde durch die Luft 40 Yards, (120 Fuſs,) weit geſchleudert.

Dieſes zu erklären, möchte die Phyſiker in nicht geringe Verlegenheit ſetzen. Ich denke mir, daſs die Sandtheilchen, welche das Pulver berühren, zuerſt in Bewegung kommen und, ehe die Bewegung den andern mitgetheilt iſt, ſich zwiſchen ihnen feſt geklemmt haben.

Ich habe Urſache, zu glauben, daſs man bei dieſer Methode, zu ſprengen, mit weit weniger Pulver dieſelbe Wirkung als bisher mit anſehnlichern Ladungen erreichen werde. Denn da bei dieſer Art, zu laden, das Pulver loſe in dem Bohrloche liegt und ſich ſelbſt mehr Raum verſchafft, indem es den Sand ein wenig vor ſich her treibt, ſo kann ſich die ganze Pulvermaſſe entzünden, beſonders wenn man den Strohhalm einſetzt, nachdem die halbe Ladung eingeſchüttet iſt, und dann die andere Hälfte nachfüllt, ſo daſs das Pulver in ſeiner Mitte Feuer fängt. *)

*) Daſs eine Flinte ſpringt, wenn in der Mündung derſelben Schnee oder etwas Sand iſt, (manche Jäger fürchten das ſogar ſchon von Spinnweben,) ſcheint den erſten, und daſs ſie ſpringt, wenn der Pfropf nicht dicht auf der Ladung aufſitzt, den zweiten dieſer Erklärungsgründe zu beſtätigen.

Dafs der Sand ein wenig ausweicht, ſchlieſse ich daraus, dafs, als ich in eine $\frac{5}{4}$ Zoll weite und 14 Zoll lange Röhre aus Zinn 3 Zoll Pulver geladen hatte, und ſie, während ſie in Waſſer ſtand, losbrannte, 5 Zoll von der Röhre plötzlich abgeriſſen wurden, indeſs das übrige unbeſchädigt blieb.

Aus Mangel an Zeit habe ich nicht verſuchen können, wie viel weniger Sand als 3 Zoll hoch beim Zerſprengen eines Klotzes ausreichen möchte.

Die Kugel drängt die hintern Theile jener lockern Körper ſo ſchnell gegen die vordern und gegen die Seiten des Laufs, dafs ihr der Ausgang verſperrt wird, und dafs nun die ganze Kraft der Exploſion auf den Lauf wirken kann. Aus den Verſuchen des Grafen von Rumford, (*Annal.*, IV, 388 f.,) iſt es bekannt, dafs im gewöhnlichen Schieſsgewehre ſich lange nicht alles Pulver entzündet, und wie auſserordentlich ſich die Kraft des Pulvers durch Mittel erhöhen läſst, die dahin gehn, dieſes zu bewirken. Ein ſolches Mittel iſt unſtreitig das lockere auf einander liegen der Pulvertheilchen. Vielleicht beruht auch bloſs hierauf der Grund der Verſtärkung des Schieſspulvers, durch Untermengung mit fremdartigen Körpern, z. B. mit Hirſe, nach der Behauptung einiger, oder, wie Dr. Baini, (nach engliſchen Blättern,) gefunden haben ſoll, durch Zuſatz von einem Fünftel des Gewichts an pulveriſirtem gebrannten Kalke, mit dem das Pulver ſo lange geſchüttelt werden ſoll, bis das Weiſs des Kalkes ganz verſchwunden iſt. Letzterer wirkt vielleicht auch trocknend. *Gilb.*

Sollte ſich von dieſer Methode nicht Gebrauch machen laſſen, um beim Räumen einer Feſtung die Kanonen zu zerſtören, ſtatt des unwirkſamen Vernagelns derſelben?

Beſtätigungen dieſer Verbeſſerungsmethode, mit Pulver zu ſprengen.

1. *Von* Thomas Harriſon *zu Kendal.* *)

— — Die Wirkung, welche nach Herrn Jeſſop's Ausſage der Sand beim Sprengen der Steine mit Pulver haben ſoll, hatte mich, ich geſtehe es, mehr in Erſtaunen geſetzt, als alles, was ich noch geleſen habe; und da ſich in den Kalk- und Schieferbrüchen in unſrer Nachbarſchaft ſehr ernſthafte und unglückliche Vorfälle beim Einſtampfen der Ladung mit Steinen ereignet haben, ſo nahm ich mir vor, bei erſter Gelegenheit den Verſuch zu wiederhohlen, und den Steinbrechern dieſe Methode zu lehren.

Ich befand mich bald darauf in der Nähe der Schieferbrüche bei Longſliddale, ungefähr 2 geogr. Meilen von Kendal, und begab mich mit einem Säckchen feinen Sandes, (zerſtoſsener Quaderſteine, wie man ſie in dieſer Gegend zu Scheuer- und Streuſand gebraucht,) in einen der Steinbrüche. Hier wendete

*) Aus einem Briefe vom 8ten Julius 1805, in Nicholſon's *Journal*, Aug. 1805, p. 241.

Gilb.

ich mich an einen Arbeiter, der eben beſchäfftigt war, ein 24 Z. tiefes und 1 Z. weites Loch in den Schieferfelſen *(ſlate rock)* zu bohren. Er ſchätzte das Gewicht der Steinmaſſe, die er losſprengen wollte, auf 5 Tonnen, und hatte in ſenkrechter Richtung auf die Lager das Bohrloch eingetrieben, welches daher unter etwa 20° gegen den Horizont geneigt war. Er lächelte zu meinem Vorſchlage, und mochte meinen, ich hätte eine gar geringe Vorſtellung vom Sprengen, daſs ich mit wenig Sand zu bewirken dächte, wozu er des ſo mühſamen und gefährlichen Einſtampfens bedürfe; indeſs erbot er ſich, den Verſuch zu machen, um mir willfährig zu ſeyn, wofern ich nur beim Miſslingen das Pulver bezahlen wolle.

Er füllte nun ſein Bohrloch auf die gewohnte Weiſe, indem er das Pulver und dazwiſchen 2 oder 3 Stückchen Holz, ($\frac{1}{2}$ Zoll dick und 4 bis 5 Zoll lang,) hinein brachte, bis die Hälfte, (das iſt, 12 Zoll,) damit angefüllt war. Die Holzſtäbchen ſollten dazu dienen, das Pulver locker zu erhalten, damit es zu gleicher Zeit Feuer finge. Darauf ſteckte er das Zündſtroh hinein, in deſſen oberes Ende die Lunte eingeſteckt war, und zuletzt füllte er das Loch voll Sand, mit ſichtbarer Schadenfreude über das Fehlſchlagen meiner Erwartung. Die Lunte wurde angeſteckt und wir zogen uns zurück; bald darauf ging der Schuſs los, und ſogleich rief der Arbeiter, das Felsſtück ſey ſo vollkommen abge-

ſprengt, als es nur immer hätte geſchehen können, wäre die Ladung eingeſtampft worden. Er urtheilte dieſes aus der Art des Knalls, und in der That fand ſich die Sache ſo.

Man hat ſeitdem in dieſem und in den meiſten der benachbarten Steinbrüche dieſe Methode allgemein angenommen, welche ganz die Dienſte der vorigen gefährlichen und mühſamen Art, zu ſchieſsen, leiſtet, und füllt die Bohrlöcher mit Sand, den Flüſſe bei Ueberſchwemmungen abgeſetzt haben. Nur ein einziger Fall kam vor, wo der Sand heraus geblaſen wurde; und das zwei Mahl hinter einander. Das dritte Mahl ſtampfte man die Ladung nach der gewohnten Art mit Steinen ein; aber auch dieſe wurden heraus geworfen, ſo daſs das neue Verfahren hierdurch glücklicher Weiſe nicht in böſe Nachrede kam.

Ich habe mich in ein ſolches Detail, zur Beſtätigung des ſchätzbaren Aufſatzes des Herrn Jeſſop eingelaſſen, weil ich hoffte, dadurch mehrere, die in der Nähe von Bergwerken und Steinbrüchen wohnen, zu veranlaſſen, auch ihrerſeits zu verſuchen, dieſe ſichere und leichte Methode, ſtatt des langwierigen und gefährlichen Einſtampfens der Ladung, wobei mancher ein Bein, ein Auge, ja ſelbſt das Leben verloren hat, in Gebrauch zu bringen. Beim Anwenden von Sand iſt keine Gefahr zu befürchten, und das Leben manches thätigen Arbeiters kann dadurch erhalten werden.

2. *Nach Verſuchen, angeſtellt in Northumberland.* *)

In der Verſammlung der naturforſchenden Geſellſchaft zu Newcaſtle im April 1805 berichtete Herr Fogget aus Sheriff Hill, er habe die von Herrn Jeſſop beſchriebene neue Methode, mit Hülfe von Sand mit Schieſspulver zu ſprengen, verſucht, und ſie habe gegen ſeine Erwartung alles geleiſtet, was von der alten Methode zu erwarten war, und das mit einer beträchtlichen Erſparniſs an Pulver, mit einem Drittel Arbeit weniger, und mit gänzlicher Sicherheit vor Gefahr.

In der Verſammlung im Mai zeigte Herr Fogget den Aufriſs zweier Bohrlöcher, eines ſenkrechten und eines horizontalen oder aufwärts gehenden, vor, wie ſie zum Sprengen nach der neuen Methode geladen ſind. In jenem ſteht auf der Pulverladung der mit Pulver gefüllte Strohhalm, und der übrige Theil des Bohrlochs iſt mit trockenem Sande ausgefüllt. Für dieſe ſind Pulver und Sand in einer Patrone vereinigt, welche vermittelſt eines Pfriems mit ſtumpfer Spitze, der neben dem Strohhalme eingeſteckt iſt, in das Bohrloch bis an den Boden deſſelben hintergeſchoben wird.

In der Verſammlung im Junius erzählte Herr Thornhill einen Vorfall, der ſich in dem Stein-

*) Aus dem zwölften Jahrsberichte der litterariſchen und naturforſchenden Geſellſchaft zu Newcaſtle upon Tyne, S. 5; bei Nicholſon, Vol. 12, p. 60. *Gilb.*

kohlenbergwerke zu Gateſhead Park ereignet hatte. Das Pulver hatte ſich bei dem Einſtampfen des Schuſſes mit kleinen Steinen nach der gewöhnlichen Art entzündet, und einen Bergmann getödtet, einen andern ſchwer verwundet. Desgleichen erwähnte Hr. Horn eines Vorfalles, wo vor kurzem zu Alſton Moor einem Manne durch eine ähnliche Exploſion die Hirnſchale zerſchlagen worden war.

Zerſprengung zweier Flintenläufe durch eine Ladung, auf die Sand geſchüttet war, durch Will. Nicholſon. *)

Ein Stück eines Flintenlaufs, deſſen Bohrung 0,65 Zoll im Lichten hatte, wurde an dem einen Ende mit einem Kork verſchloſſen. Man füllte nun erſt 12 Zoll hoch feinen Sand, dann 2 Zoll Schieſspulver hinein, ſetzte darauf eine dünne Glasröhre, (ſie mochte $\frac{1}{20}$ Zoll weit ſeyn,) die mit Schieſspulver gefüllt und ſo lang war, das ſie zum Laufe heraus ragte, und ſchüttete den übrigen Theil des Flintenlaufs, der noch 13 Zoll betrug, voll Sand, welcher loſe hinein lief. Man ſtellte nun den Lauf in eine Ecke eines Rauchfanges, (*furnace-chimney,*) ſteckte eine Lunte in die Glasröhre, und ſetzte ſie in Brand, worauf die Umſtehenden ſich aus den Richtungen der Exploſion entfernten.

*) Deſſen *Journal of nat. philoſ.*, Vol. 12, p. 40.
Gilb.

Der Schuſs zerriſs den Lauf in der Gegend der Ladung in mehrere gewundene Stücke. Der obere Theil des Laufs fiel unverändert nieder und der Sand lief aus. Der untere Theil fiel ebenfalls um, hatte aber keinen Schaden gelitten; auch waren Sand und Kork unverändert.

Da das Eiſen dieſes Laufs nur $\frac{1}{10}$ Zoll dick war, ſo intereſſirte es mich, den Verſuch mit einem ſtärkern Laufe zu wiederhohlen. Ich nahm daher einen Flintenlauf, der $2\frac{1}{2}$ Fuſs lang, $\frac{1}{2}$ Zoll weit und deſſen Metall an der Oeffnung einen vollen Viertelzoll dick war, und lud ihn mit 278 Grains, das iſt, mit etwas über $\frac{1}{2}$ Unze Schieſspulver, welches darin eine Höhe von 4 Zoll einnahm. Darauf wurde 12 Zoll hoch feiner Sand geſchüttet, der 1151 Grains, oder ungefähr $2\frac{3}{8}$ Unzen Troygewicht wog, und ein leichter Pfropf von Seidenpapier darüber geſchoben, damit man den Lauf möchte horizontal hinlegen können, ohne die Ladung aus ihrer Lage zu bringen. Nachdem dieſes ſo geſchehen war, daſs der Lauf beim Springen keinen Schaden thun konnte, wurde die Ladung durch ein Lauffeuer entzündet.

Der Lauf wurde in einer Länge von 8 Zoll aus einander geriſſen; der Theil zunächſt beim Zündloche war beinahe in eine Ebene geſtreckt. Der Sand befand ſich noch vollſtändig im Laufe. Die Seite deſſelben nach dem Pulver hin war ein feſter Körper geworden, doch nur in einer ſehr unbedeutenden Tiefe, und die ganze Maſſe mochte

fortgeſchoben oder feſter in einander gepreſst worden ſeyn, denn der Zwiſchenraum zwiſchen der Stelle, wo das Zündloch geweſen war, und der untern Fläche des Sandes, betrug jetzt volle 9 Zoll. Da ich indeſs den Sand nicht ſogleich wieder wog, ſo bin ich freilich nicht ſicher, daſs nicht während des Schuſſes Sand heraus getrieben worden, oder nach dem Schuſſe heraus gefallen ſey. Ich bin indeſs geneigt, dieſes nicht zu glauben.

Es verdient bemerkt zu werden, daſs das Pulver eine ſehr ſtarke Ladung war, und daſs der Sand ſo viel wog als 6 Flintenkugeln von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer. Doch würde ich nicht in Furcht geweſen ſeyn, daſs der Lauf zerſpränge, wenn ich 6 Kugeln hinein geladen hätte.

Von dieſer Methode, das Schieſspulver durch Sand zu ſperren, läſst ſich, wie man hieraus ſieht, nicht bloſs um Felſen, Steine, oder Holzknobben zu ſprengen, ſondern auch zum Vernichten der Artillerie, wenn ſie im Begriff iſt, dem Feinde in die Hände zu fallen, ein vortheilhafter Gebrauch machen.

II.

BESCHREIBUNG

eines vereinigten Sicherungs- und Vacuums-Ventils für Dampfkeſſel,

von

A. N. v. EDELCRANZ,
Oberintendanten u. Mitgl. d. Akad. d. Wiſſ. zu Stockholm. *)

Die groſsen kupfernen Dampfkeſſel, in welchen kochende Flüſſigkeiten ringsum eingeſchloſſen ſind, pflegen mit zwei Ventilen verſehn zu werden: einem *Sicherungsventile*, (*ſafety valve*,) welches das Zerſprengen durch Dämpfe, wenn die Kraft derſelben zu groſs wird, abwenden ſoll; und einem *zweiten Ventile*, (*vacuum valve*,) welches verhindert, daſs, wenn die Dämpfe ſich plötzlich condenſiren, der Keſſel nicht durch den Druck der Luft von aufsen eingedrückt werde und Riſſe bekomme. Gewöhnlich werden beide Ventile in zwei verſchiedenen Höhlungen am Keſſel angebracht. Da es indeſs einfacher und deſshalb vorzüglicher zu ſeyn ſcheint, beide mit einander zu vereinigen, ſo bin ich ſo frei, der *Geſellſchaft zur Aufmunterung der*

*) Aus den *Memoirs of the Society of Arts* for 1804. Dem Verfaſſer iſt für dieſe Erfindung von der Geſellſchaft die ſilberne Medaille zuerkannt worden.
Gilb.

Künſte folgende Vorrichtung, die dieſes leiſtet, mitzutheilen.

In Fig. 1, Taf. III, ſtellt *ab* ein gewöhnliches koniſches Sicherungsventil vor, welches auf dem Keſſel *cd* befeſtigt iſt. Der Kegel hat vier Oeffnungen *i*, *i*, *i*, *i*, wie ſie der Grundriſs in Fig. 2 zeigt. Die Metallſtange *ef* trägt das Gewicht *KK*, womit das Sicherungsventil belaſtet und angedrückt iſt. Sie geht noch in den Keſſel herab bis *f* und iſt hier mit dem Vacuums-Ventil *gh* verſehn. Dieſes beſteht aus einer ebenen kreisrunden Platte, mit einer meſſingenen Röhre, die auf der Stange herauf und herab zu ſchieben iſt, und durch eine Springfeder gegen den Konus *ab* des Sicherungsventils gedrückt wird. Die obere Seite der Platte iſt an der untern des Conus genau abgeſchliffen, und verſchlieſst in dieſer Lage die Oeffnungen *ii* dampfdicht.

Es fällt in die Augen, daſs bei dieſer Einrichtung, ſo lange die Elaſticität der Dämpfe wirkſam iſt, beide Ventile an einander gepreſst, und die Oeffnungen *ii* verſchloſſen werden. Sie ſind dann in der That nur ein Ganzes, und ſetzen der Elaſticität des Dampfes einen gemeinſchaftlichen Widerſtand entgegen, welcher durch das Gewicht *KK* auf die gewöhnliche Art regulirt wird. Will dagegen im Keſſel bei der Condenſirung des Dampfs ein luftleerer Raum entſtehen, ſo drückt die äuſsere Luft durch die Oeffnungen *i*, *i*, *i*, *i* das Vacuums-Ventil *gh* herunter, und öffnet ſich ſo den Eingang in den Keſſel.

Das Ventil *g k* läfst sich ohne Schwierigkeit ebenfalls koniſch machen, wenn man dieſe Geſtalt vorzieht. Ich habe indeſs in mehrern Verſuchen gefunden, daſs zwei Ebenen, die gut abgedreht und an einander abgeſchliffen ſind, ſo vollkommen ſchlieſsen, als es ſich nur wünſchen läſst; wenn ſie durch die vereinte Elaſticität der Springfeder und der Dämpfe an einander gedrückt werden.

In Fig. 3 iſt dieſelbe Einrichtung abgebildet, wie ſie an einer neuen Art von Sicherungsventil oder Sicherungskolben *(ſafety piſton)* angebracht iſt, den ich urſprünglich für meinen neuen papinianiſchen Digeſtor erdacht hatte, den ich aber auch nach einem gröſsern Maaſsſtabe bei Dampfkeſſeln angewendet habe. *)

*) Aus der Zeichnung erhellt die Vorrichtung ziemlich deutlich. Der Kolben, welcher hier die Stelle des meſſingenen Kegels im Kegelventile vertritt, beſteht aus Metall, und muſs genau in dem auf dem Keſſel aufgeſetzten Cylinder eingeſchliffen ſeyn, ſo daſs er überall dampfdicht ſchlieſst. Er wird mit ſo viel Gewicht belaſtet, daſs er von ſelbſt herab ſinkt, wenn man ihn herauf gezogen hat, und durch dieſes Gewicht läſst ſich die Kraft des Dampfs, mit der die Dampfmaſchine arbeiten ſoll, reguliren. In dem Cylinder iſt an der Seite eine Reihe von Löchern vom Durchmeſſer eines Haares eingebohrt, die in ſenkrechter Linie über einander ſtehn. Wird die Elaſticität des Dampfes gröſser, als ſie ſollte, ſo treiben die Dämpfe den Kolben in die Höhe, und heben ihn bis über eins oder mehrere dieſer Löcher

Ich habe vor kurzem eine Reihe von Verſuchen angefangen, und bin Willens, ſie fortzuſetzen, bei denen es meine Abſicht iſt, vermittelſt dieſes Sicherungskolbens die Menge der Luft, welche zu der Feuerſtätte unter dem Keſſel einer Dampfma-

herauf, aus welchen der Dampf ausſtrömt, und erhalten ihn dort feſt, oder auf und nieder ſchwankend, bis die Elaſticität der Dämpfe zur beſtimmten Gröſse zurück kehrt. Das oberſte Loch iſt gröſser und läſst dem Dampfe einen freien Ausgang, wenn der Kolben bis dahin gehoben wird, wodurch jedem Unfalle vorgebeugt wird. Der Herr Verfaſſer gab anfangs die Vorſchrift, Kolben und Cylinder aus Metall von ganz gleicher Art und Guſs zu machen, weil, da er einſt beide aus demſelben Meſſing, das aber an verſchiedenen Tagen gegoſſen war, verfertigen lieſs, beide Stücke ſich in der Wärme ſo ungleich ausdehnten, daſs, während der Kolben über einem papinianiſchen Digeſtor ſich bei 212° F. frei bewegte, er bei 260° F. feſt ſtand und kaum mit Gewalt bewegt werden konnte. Jetzt bemerkt er indeſs, daſs zwar ein gut abgedrehter und eingeſchliffener metallener Kolben, wenn er genau aus Metall derſelben Art als der Cylinder bereitet iſt, höchſt wahrſcheinlich mit dieſem einerlei Expanſibilität habe, beſonders wenn er hohl ſey, und daſs daher bei gleichmäſsiger Temperaturerhöhung beider die Friction nicht zunehmen möchte. Da aber gewöhnlich der Cylinder weniger Hitze erhalte als der Stempel, ſo könne dadurch doch die Friction vermehrt werden. Um dieſes zu vermeiden, macht Herr von Edelcranz jetzt den Kolben aus einem Metal-

ſchine zuſtrömt, zu reguliren, und auf dieſe Art zu einer neuen Methode zu kommen, das Feuer und die Elaſticität der Dämpfe im Keſſel, wenn ſie zu groſs ſind, mit minderm Verluſte an Feuermaterial und an Kraft, als bisher, zu mäſsigen und zu reguliren. Ich werde die Ehre haben, der Societät die Reſultate dieſer meiner Nachforſchungen künftig mitzutheilen.

le, welches eine etwas geringere Ausdehnbarkeit durch Hitze als das Metall des Cylinders hat, nämlich den Kolben aus Kupfer, den Cylinder aus Meſſing; zwei Metalle, deren Ausdehnbarkeit durch Wärme ſich nahe wie 10 : 11 verhält. Und dieſes mit gutem Erfolge. *Gilb.*

III.

BESCHREIBUNG

eines neuen Dampf-Digeſtors für phyſikaliſche Verſuche,

von

A. N. VON EDELCRANZ,
Kanzleirath u. Privatſekret., (jetzt Oberintendanten,) des Königs in Stockholm. *)

Die intereſſanten Phänomene, zu welchen dieſe Maſchine ſeit ihrer erſten Entdeckung durch Papin geführt hat, haben ſie zu einer unentbehrlichen chemiſchen Geräthſchaft gemacht; die Schwierigkeiten und Gefahren, womit bisher der Gebrauch derſelben verknüpft war, verhinderten indeſs, daſs ſie ſo häufig angewandt worden ſey, als ſie verdient hätte. Man hat mehrere nicht unglückliche Verſuche gemacht, den Digeſtor in die Oekonomie und in die Küche einzuführen; hierbei bedarf man aber keiner Hitze, die bedeutend über den Siedepunkt hinaus ginge; auch ſind ſolche Digeſtoren zwar mit Sicherheit zu brauchen, laſſen aber keine genauen Beſtimmungen der Elaſticität und der Hitze der Dämpfe in jedem Verſuche zu, und mithin auch keine Vergleichung der Verſuche unter ſich. Die Herren Watt, Betancourt, Schmidt in Gie-

*) Nach Nicholſon's *Journal of natur. philoſoph., March* 1804, p. 161. *d. H.*

ſen, van Marum, und andere, haben die wiſſenſchaftliche Anwendung der Digeſtoren zwar in den neueſten Zeiten vervollkommnet und ausgedehnt, aber doch ſcheint noch Unvollkommenheit genug zurück zu ſeyn, welche weſentlicher Abhülfe bedarf. Ich habe ſeit 1793 mich mit der Verbeſſerung dieſer chemiſchen Geräthſchaft beſchäftigt; und ob ich mir gleich nicht ſchmeicheln darf, daſs meine Bemühungen einen ſehr ausgezeichneten Erfolg gehabt hätten, ſo dürfte eine Erzählung meiner Bemühungen doch nicht ohne Nutzen ſeyn.

Vor allen Dingen ſuchte ich eine vollkommene Schlieſsung für den Digeſtor zu erhalten, welche unentbehrlich iſt, will man gröſsere Hitze geben und nichts von dem verlieren, was ſich im Dig[illegible] befindet. Man hat ſie bisher durch einen met[illegible]nen Deckel, der durch Schrauben, Keile oder einen andern Mechanismus auf den Digeſtor angedrückt wurde, und durch Ringe von Leder, Papier oder ſonſt einer weichen Subſtanz, die man zwiſchen beide legte, zu bewirken geſucht. Auch ich habe gar vielerlei ſolche Methoden verſucht; aber immer fand ich, daſs bei mäſsigem Drucke der Deckel nicht dampfdicht ſchloſs, und daſs einen ſtärkern Druck anzubringen, viel zu mühſam ſey, für eine Reihe von wiederhohlten und abgeänderten Verſuchen. Ueberdies verbrennt oder zerſetzt ſich das Leder in Hitzen von 260 bis 270° F., wie Betancourt bemerkt, und Leinwand oder Papier hört noch in weit geringerer Hitze auf, dampfdicht

zu ſchlieſsen, ſo bald nämlich das Waſſer, womit ſie angefeuchtet ſind, verdampft iſt.

Ich wählte daher einen Deckel eigener Art, aus einer dicken runden Metallplatte beſtehend, deſſen Rand koniſch abgedreht, und in die entſprechende koniſche Oeffnung eines Metallringes eingeſchmirgelt war. Man legte die Deckplatte in den Digeſtor, mit der kleinern Grundfläche nach oben gekehrt, und löthete dann den Metallring in die Oeffnung des Digeſtors ein. War alles zu einem Verſuche mit dem Digeſtor fertig, ſo hob man nur den Deckel und paſste ihn in die koniſche Oeffnung des Ringes. In dieſe ſchloſs er vollkommen dampfdicht, und bei zunehmender Kraft der Dämpfe wurde er durch dieſe mit immer mehr Kraft angedrückt, indeſs die Dämpfe bei den frühern Einrichtungen das Gegentheil bewirkten. *)

So waren nun zwar zwei Hinderniſſe weggeräumt: der beſchwerliche Apparat zum Andrücken des Deckels und das Unzulängliche der zwiſchen gelegten weichen Körper; allein der Umſtand, daſs

*) Einen ſolchen Digeſtor mit koniſchem Deckel und mit einem Sicherungskolben lieſs ich zuerſt in Stockholm im Jahre 1793 ausführen, und zeigte ihn im Febr. 1802 den Mitgliedern der königl. Akademie der Wiſſenſchaften in Berlin vor. Eine Beſchreibung deſſelben findet ſich im *Journal de Phyſique par* Delamétherie, Februar 1803.

von Edelcrantz.

der Deckel immer im Topfe blieb, war bei manchen Verſuchen hinderlich. Es gelang mir, dieſem dadurch abzuhelfen, daſs ich noch einen zweiten Ring aus Metall zu Hülfe nahm, deſſen äuſserer und deſſen innerer Rand auf der Drehbank eine koniſche Geſtalt erhalten hatte. In dieſen wurde der Deckel eingeſchmirgelt, indeſs der Ring ſelbſt in die koniſche Höhlung der feſt gelötheten Platte eingeſchliffen war. Taf. IV, Fig. 5, ſtellt dieſe Einrichtung vor. Der Deckel *cd* paſste in den Ring *ab*, und dieſer in den Ring *ef*, welcher in die Mündung des Digeſtors eingelöthet war. Wurden Ring und Deckel in den Digeſtor etwas herab gelaſſen und aus einander genommen, ſo lieſs ſich der Deckel durch die Oeffnung *ef* heraus nehmen; der Ring *ab* aber blieb im Digeſtor. Dieſes, und die gröſsere Schwierigkeit in der Ausführung eines zuſammen geſetztern Inſtruments nöthigten mich indeſs abermahls, auf eine beſſere Vorrichtung zu ſinnen.

Ich würde mich ſchämen müſſen, zu bekennen, daſs ich auf die einfachſte und vorzüglichſte unter allen Vorrichtungen nur erſt dann gekommen bin, als ich alle zuſammengeſetztern durchprobirt hatte, zeigten nicht ſo manche Beiſpiele achtungswerther Naturforſcher, daſs die leichteſte und einfachſte Methode häufig am ſchwierigſten aufzufinden iſt. Der Grund hiervon liegt am Tage. Das Einfachſte iſt gleich der Wahrheit nur Eins; der Umwege und Irrthümer giebt es unendlich viel.

Dieſe Methode iſt, dem Deckel die Geſtalt eines länglichen Vierecks oder eines Ovals zu geben, und die obere Fläche der Meſſingplatte, aus der er beſteht, nach den Rändern zu gegen die untere Fläche eines Meſſingrahmens abzuſchleifen, welcher in die Oeffnung des Digeſtors eingelöthet wird, und deſſen Oeffnung der Figur des Deckels ähnlich, nur etwas kleiner iſt. Durch dieſe längliche Oeffnung läſst ſich der Deckel nach Willkühr in den Digeſtor bringen und wieder heraus nehmen. Hat man ihn hinein gebracht, und nach den Rändern zu mit etwas Oehl beſtrichen, und drückt ihn nun gegen den Rahmen ſanft an, ſo iſt die Cohäſion groſs genug, daſs er getragen wird, *) bis die Kraft der Dämpfe ihn andrückt. Zur gröſsern Sicherheit dient ein ſchmales Holz, das ſich auf den Deckel auffchrauben läſst, und ihn nicht nur an den Rahmen hält, ſondern auch als Handhabe zu gebrauchen iſt.

Man ſieht in Fig. 1, Taf. IV, einen vertikalen Durchſchnitt des Digeſtors mit allen ſeinen Theilen. *ab* iſt der Deckel; *cd* der viereckige Rahmen aus Metall, der in den Digeſtor *ef* eingelöthet, **) und gegen deſſen untere Fläche der Deckel abge-

*) Die verſchiedene Kraft, womit dieſelben Metalle cohäriren, je nachdem man ein verſchiedenes Oehl nimmt, iſt auffallend, und verdiente genauer unterſucht zu werden. *E.*

**) Dieſe Theile müſſen nicht bloſs zuſammen gelöthet, ſondern auch zuſammen genietet, oder durch Schrauben an einander befeſtigt werden. *E.*

ſchliffen iſt; der Digeſtor ſelbſt beſteht aus getriebenem Kupfer, das durchgehends wenigſtens $1\frac{1}{2}$ Linien ſtark ſeyn muſs. — Fig. 2 zeigt einen auf dem vorigen ſenkrecht ſtehenden Vertikalſchnitt des Digeſtors mit der hölzernen Handhabe. — Fig. 3 ſtellt den Deckel im Grundriſſe vor; die punktirten Linien zeigen die Oeffnung des Rahmens, und alſo, wie weit der Deckel unter die Ränder des Rahmens reicht. — In Fig. 4 iſt *hi* die hölzerne Handhabe, welche auf die Schraube *g* in Fig. 1 aufgeſchraubt wird, um den Deckel am Rahmen zu erhalten.

Um den Experimentator gegen alle Gefahr ſicher zu ſtellen, laſſe ich die verſchiedenen Theile der Maſchine möglichſt ſtark arbeiten, und verſehe den Deckel *ab*, Fig. 1, mit einem Sicherungskolben *mn*, [wie er im vorigen Aufſatze beſchrieben worden.] Unter der Oeffnung des Deckels, über welcher der Sicherungskolben ſteht, befindet ſich eine hohle Kugel voll kleiner Löcher; ſie wird bloſs durch Cohärenz in dieſer Lage erhalten, und läſst nur den Dampf hindurch, nichts von den feſten oder andern Materien, die ſich im Digeſtor befinden.

Der Digeſtor iſt bekanntlich zu Verſuchen mit Dämpfen und deren Einwirkung auf feſte Körper beſtimmt, muſs alſo immer Flüſſigkeiten enthalten. Soll er zu genauen und vergleichbaren phyſikaliſchen Verſuchen dienen, ſo wird dreierlei erfordert: 1. daſs man die Temperatur der Flüſſigkeit, welche er umſchlieſst, nach einem Thermometer meſſen, 2. dieſe Temperatur nach Willkühr erhö-

hen, und 3. sie unverändert erhalten könne, alles unabhängig von der möglichen Vermehrung des Feuers während des Versuchs.

Das erste erreicht man vermittelst einer kleinen eisernen Schale *pq*, welche im Deckel eingelöthet ist und etwas Quecksilber enthält. Ein feines Thermometer, welches durch einen Korkstöpsel geht, hängt im Quecksilber. Der Stand desselben ist immer etwas niedriger, als die Hitze im Innern des Digestors, wie das schon vor geraumer Zeit der Academicus Braun in Petersburg bemerkt hat. Der Unterschied ist indess nur geringe, und hat man ihn einmahl durch besonders dazu angestellte Versuche gefunden, so läßt sich die Temperatur bei jedem Versuche leicht berichtigen, indem man diesen Unterschied hinzu addirt.

Ich führe meinem Digestor die Hitze durch eine Argand'sche Lampe zu, und diese, oder eine Weingeistlampe mit drei Dochten, reicht hin, die Temperatur desselben bis auf 270 bis 280° F. zu treiben, wenn der Digestor klein ist. Der meinige ist nach einer drei Mahl grösern Scale gearbeitet, als die Abbildung in Fig. 1. Ist er noch ein Mahl so gross, oder soll der Versuch schnell beendigt werden, so setze ich zwei Lampen darunter. Die Atmosphäre entzieht dem Digestor unaufhörlich Wärme, und nur der Ueberschuss der mitgetheilten über die sich verlierende Wärme erhöht die Temperatur des Dampfs, wodurch, bei einer gegebenen Kraft des Feuers und Grösse des Gefäses, eine Gränze

für die Hitze und für die Elaſticität der Dämpfe entſteht. So wie der Sicherungskolben ſteigt und Dampf ausſtrömt, nimmt, auch bei Vermehrung der Lampen, die Hitze der Dämpfe nicht zu, ſondern bleibt unverändert. Will man ſie *erhöhen*, ſo muſs man den Stiel des Sicherungskolbens mit mehr Gewichten, *r*, *r*, *r*, belaſten. Da ſich der Druck berechnen läſst, den Dämpfe von einer beſtimmten Wärme auf einen Kolben von der Gröſse des Sicherungskolbens ausüben, ſo belaſtet man die Kolbenſtange im voraus mit ſo viel Gewichten, als der Grad der Hitze erheiſcht, den man beabſichtigt. Iſt dieſer erreicht, und iſt die Hitze noch im Steigen, ſo hebt ſich der Kolben, die Dämpfe entweichen aus einem der Löcher oder aus mehrern, je nachdem ſie in gröſserer Menge entſtehn, und deſshalb iſt nun keine Temperaturerhöhung möglich, ſondern die Hitze bleibt *unverändert* dieſelbe. Alſo geſchieht auch dem zweiten und dritten Erforderniſs Genüge.

Man ſieht hieraus, wie wichtig es iſt, daſs das Inſtrument vollkommen dampfdicht ſchlieſse. Können die Dämpfe irgendwo entweichen, ſo geht, oft ſchon vor dem Anfange des Verſuchs, ein groſser Theil der Flüſſigkeit aus dem Innern des Digeſtors verloren, ſo daſs man ihn öffnen und ein zweites Mahl füllen muſs; nicht ſelten zerſetzen und verändern ſich dabei die Materialien im Digeſtor, ehe die bezweckte Wirkung nur einmahl beginnt; endlich reicht dann ein ſtarkes Küchenfeuer und die

gröſste Geſchicklichkeit des Experimentators oft nicht aus, den verlangten Grad von Hitze zu erzeugen, indeſs eine einzige Lampe, die unter einem gut ſchlieſsenden Apparat auf einem kleinen Schreibtiſche ſteht, dieſe Hitze ohne Schwierigkeit und ohne Verluſt an Materialien hergiebt.

Bei dem jetzigen Zuſtande der Phyſik hängen die Fortſchritte in der Wiſſenſchaft gar ſehr von der Vollkommenheit unſrer Inſtrumente ab. Meine Verſuche, ein bisher wenig gebrauchtes, doch vortreffliches Inſtrument ſicherer, genauer und zweckmäſsiger zu machen, werden daher, ſollten ſie auch nicht das vorgeſteckte Ziel erreicht haben, wenigſtens andern zu glücklichern Verſuchen die Veranlaſſung geben.

Digeſtoren von der Art, wie ſie in dieſem Aufſatze beſchrieben ſind, werden zu London von Hrn. Fidler, mathematiſchem Inſtrumentenmacher, 23, *Oxford-market*, verfertigt.

IV.

Ein Paar Worte über die bisherige Theorie des Krummzapfens,

vom

Commiſſionsrath Busse

in Freiberg.

Zwei kleine Schriften: *Theorie des Krummzapfens*, von K. Ch. Langsdorf, Erlangen 1803, — und: *Verſuch einer Theorie des Schwungrades und der Kurbel*, von H. Ch. Brodreich, Frankfurt am Main 1805, werden, ob ſie gleich vielleicht noch nirgends recenſirt ſind, dennoch vom Publico beachtet ſeyn, da der erſte Verfaſſer Langsdorf heißt und iſt, der andere aber, (fürſtlich ſolmſiſcher Regierungsrath,) ebenfalls die höhere Mathematik nicht geſcheut hat, und dadurch ein gutes Vorurtheil für ſich erregt, welches auch in mancher Hinſicht bei genauer Durchleſung des Ganzen ſich beſtätigt.

Aber bei Behandlung des Krummzapfens geht Herr Brodreich von der Behauptung aus, daſs $v = C \cdot \frac{r \cdot \text{ſin. verſ. } \alpha}{R \cdot \text{arc. } \alpha}$ die Geſchwindigkeit der Laſt an der Warze ſey, in dem Augenblicke, da dieſe um $= r \cdot \textit{ſin. verſ. } \alpha$ gehoben iſt, und die Kraft am Rade einen Bogen $= R \cdot \textit{arc. } \alpha$ durchlaufen hat. Die-

ſer offenbar unrichtige Satz ſcheint dem Herrn Verf. ins Unſchickliche nur dann zu fallen, wenn α ſtumpf, und namentlich, wenn es = 180 Grad wird; weſshalb er die Schuld der Unſchicklichkeit in dem *verneinten Coſinus* zu entdecken, und das Uebel durch folgende Regel gehoben glaubt.

„ „*Wird die eine oder die andere Gröſse ver-*
„ „*neint geſetzt, ſo müſſen alle übrige zugleich*
„ „*verneint genommen werden.* Wird dieſes nicht
„ „in Acht genommen, ſo iſt es kein Wunder,
„ „wenn alles unter ſich ſchlecht zuſammmen
„ „hängt, u. ſ. w. Forſchen wir der Urſache
„ „dieſer wenigſtens ſcheinbaren Abweichung des
„ „Calculs weiter nach, ſo erhellt, daſs ſie von
„ „der Zweideutigkeit des Zeichens (—) herrührt;
„ „denn bald druckt dieſes Zeichen nur eine entge-
„ „gen geſetzte Lage der Gröſse aus, bald bezeich-
„ „net es die, der durch (+) ausgedruckten,
„ „entgegen geſetzte Rechnungsart, u. ſ. w.“ “

Worte, die dem Herrn Staatsrath von Tetens, wie es der Verfaſſer auch angezeigt hat, alſo einem unſrer ehrwürdigſten Mathematiker, zugehören. Um ſo merkwürdiger ſind ſie mir als ein abermahliges Beiſpiel, in welche ſonderbare Behauptungen auch die beſten Mathematiker zu verfallen, durch die gewöhnliche mangelhafte, auch hier und da geradezu falſche, ſich ſelbſt widerſprechende Theorie des Bejaheten und Verneinten veranlaſst werden! Daſs *ſolch ein Mathematiker ſolch*

eine Nothhülfe ergreift, *) ist ein neuer Beweis, dass ich in meinen *neuen Erörterungen über Plus und Minus* u. s. w. nicht zu hart, geurtheilt habe!

Soll die *mittlere* Geschwindigkeit in Rechnung kommen, fährt in §. 14 der Verfasser fort, so muss ihr Werth durch die Integralrechnung gefunden werden, nämlich der Coefficient von $C\frac{r}{R}$ als $\frac{\text{Summe aller Werthe von sin. verf. } \alpha : \text{arc. } \alpha}{\text{Anzahl aller Werthe von sin. verf. } \alpha : \text{arc. } \alpha}$.

Was nun durch diese Integrirung von dem Verfasser gefunden wird, wie soll man das nennen? Einige neuere Naturphilosophen dürften Rath dazu wissen. Sie würden es etwa eine neue *Potenz* der mittlern Geschwindigkeit, oder einen neuen *Pol* derselben heissen. Eben so treffend wäre auch *polarisirte Potenz*, oder *potenziirter Polarstern*. Es ist gewiss sehr gleichgültig, welchen von solchen Ausdrücken man wählen will: denn alle solche Ausdrücke sind bereits in dem Besitze einer äusserst viel umfassenden Bedeutung, namentlich auch in dem Besitze der Kraft, um so etwas zu fassen, als es hier zu fassen giebt, ein Etwas, dass sich selbst widerspricht. Mein Scherz soll und kann den Herrn Verf. nicht treffen, der, bei manchen schätzbaren Talen-

*) Wenn die Schwierigkeit der Aufgabe in Kraft's Mechanik, welche diese Nothhülfe veranlasst hat, wirklich vom $\mp$ herrührt, so verspreche ich, sie gründlich zu heben, so bald ich ihr $\mp$ ernstlich ansehe, welches nächstens geschehen soll. P.

ten, welche aus ſeiner Schrift dem Kenner eines leichten Ideenganges einleuchten werden, doch keinen Hang zu ſolcher neuen Naturphiloſophie geäuſsert hat. Im Ernſte alſo:

Das obige c iſt ſelbſt ſchon die mittlere Geſchwindigkeit der Laſt an der Warze. Alles, was über die ſeyn ſollende Unrichtigkeit in der bisher gewöhnlichen Beſtimmung derſelben hier geäuſsert, und ganz beſonders auch dasjenige, was Seite 79 mitgetheilt iſt, wird dem Verfaſſer ſelbſt durchaus miſsfallen müſſen, wenn er durch fortgeſetztes Studium der höhern Mathematik die dahin gehörigen Begriffe ſchärfer und richtiger gefaſst hat, und nicht mehr in Gefahr iſt, von einem *Differential* des *Schwerpunktes* zu reden, oder $\frac{\int x\,dx}{dx}$ und $\frac{\int x\,dx}{\int dx}$ in irgend einer Hinſicht für einerlei zu halten, und dergl. mehr. Dann aber, dieſes darf man von dem Verfaſſer erwarten, wird es ihm auch lieb ſeyn, daſs ich alle weitere Folgerungen ſeines jetzigen Verſuches auf jenen ihren Gründen beruhen laſſe. Auch iſt es ein Beweis, daſs man dem Schriftſteller eine gehörige Conſequenz im Denken zugeſtehen will, wenn man von ſeiner Theorie zu ſprechen aufhört, ſo bald man ihren Hauptſatz umgeſtoſsen hat.

Aus des Herrn Hofraths Langsdorf Theorie werden hier mehrere Sätze als unrichtig getadelt, die es nicht ſind; zugleich werden freilich auch einige unrichtige Behauptungen jenes berühm-

ten Mathematikers für ſolche erklärt, aber irgend eine völlig treffende Darſtellung ſeiner Uebereilung wird man doch hier nicht vorfinden.

Langsdorf, — der verdienſtvolle Mann vergönne mir, hier in aller Kürze meine Meinung zu äuſsern, — hat einen zu einſeitigen Blick auf die Bewegung des Krummzapfens geworfen, und dieſem Blicke gemäſs einen Satz aufgeſtellt, den ich ohne Figur ſo ausdrucken kann:

Soll die Umlaufszeit beharrlich, (man kann hier auch geradezu ſagen, conſtant,) ſeyn, ſo muſs die Warze von dem Punkte an, wo ſie zu heben anfängt, durch einen Bogen von 45 Grad *beſchleunigt*, durch die nächſtfolgenden 90 Grad *verzögert*, und durch die dann noch übrigen 45 Grad des *anhebenden* Halbkreiſes, (ich ſchränke mich mit ihm auf *dieſen* ein,) *wiederum beſchleunigt* werden.

Auf dieſen Satz iſt ſeine Theorie gegründet; und er iſt unrichtig! Es läſst ſich geradezu erweiſen, daſs unter Herrn Langsdorf's Vorausſetzungen die Warze in dem Endpunkte ihres anzuhebenden Halbkreiſes eine *gröſsere* Geſchwindigkeit haben würde, als ſie im Anfangspunkte deſſelben hatte. Aber die folgende indirecte Widerlegung jenes Satzes wird dem gröſsten Theile des Publicums erwünſchter ſeyn.

1. Nehme ich mit Herrn L. einen immerfort ſich *parallelen* Zug der Laſt an der Warze, auch mit Ihm eine *conſtante* Kraft am Rade an; ſo finde ich dynamiſch, daſs die beharrliche Umlaufszeit nur eintre-

ten kann, wenn 1. die Kraft am Rade gerade groſs genug iſt, um die Warze vom erſten Punkte ihrer Anhebung an, durch einen Winkel φ zu beſchleunigen, deſſen Sinus $= \frac{2}{\pi} = \frac{2}{3,14}$ iſt, welches ungefähr $\varphi = 39°32'$ giebt; aber 2. alle Mahl unter der Bedingung, daſs die Warze in jenem erſten Punkte ſchon eine Bogengeſchwindigkeit k habe, die *nicht kleiner* als $\sqrt{\left[4gr \cdot \frac{L}{M\gamma} \cdot \left(\frac{2}{\pi} \text{arc.} \varphi - \text{ſin. verſ.} \varphi\right)\right]}$ ſey, wo L die Laſt an der Warze und M die auf den Warzenkreis reducirte träge Maſſe bedeutet, deren mittleres ſpec. Gewicht ich durch γ bezeichne.

Sei ferner $= V$ das Druckmaaſs *) der Kraft am Rade, auf den Warzenkreis reducirt, und $= F$, was ſie auf den Widerſtand der Friction zu verwenden hat, daſs alſo V und F tangentiale Drückungen ſind; ſo ergiebt ſich mir, (nicht, wie Herr L. behauptet, daſs $V = F + 0{,}707\,L$ ſeyn müſſe, ſondern) daſs $V = F + \frac{2}{\pi} L = F + 0{,}637\,L$ ſeyn muſs, beim beharrlichen Umlaufe der Warze, während ſie durch den anhebenden Halbkreis ſteigt. Die am Anfange dieſes Halbkreiſes erforderliche Geſchwindigkeit k aber muſs, während dieſe Warze durch den andern, (den bei uns ſo genannten oder zu nennenden *niederſetzenden*,) Halbkreis geht, für ſie erzeugt werden. Iſt ſie kleiner, als ich vorhin beſtimmt habe, ſo wird die Warze rückgängig, ehe

*) Vergleiche meine *Betrachtungen der Waſſerſäulenmaſchine*, S. 56, §. 62. B.

ſie bis auf ($180^{\circ} - 39^{\circ}32'$) angehoben hat, u. ſ. w. Es iſt ſehr angenehm, alles, was hier erfolgen müſste, durch die Methode des Gröſsten und Kleinſten ſehr beſtimmt und ſchicklich entſchieden zu ſehen, *falls man mit dem* $\mp$ *des Gröſsten und Kleinſten aufs Reine gekommen iſt.* Wer das nicht iſt, dürfte auch hier ſeiner Noth durch ein Palliativ, dem oben angeführten ähnlich, abzuhelfen ſuchen wollen. — — Ich ſagte: erfolgen *müſste!* In der Wirklichkeit, falls man die Räder nimmt wie ſie ſind, würde die Warze ſelbſt bei einem $k = o$ nicht alle Mahl rückgängig werden, oder auch, gegen den obigen Ausſpruch des Gröſsten und Kleinſten, wiederum vorgängig werden. Dieſes rührt aber lediglich daher, weil die Vorausſetzung in I, daſs der Tangentialdruck V conſtant ſey, an den gewöhnlichen Rädern nicht Statt finden kann. Ein Rad, welches man dieſer Forderung ziemlich gemäſs zu bauen ſuchen wollte, würde nur den eingeſchränkten Nutzen haben, daſs man die hier unter I gefundene Theorie an ihm auch durch Erfahrung ziemlich genau könnte beſtätigt ſehen.

Ungleich ſchwieriger wird die Unterſuchung, wenn ich

II. den von der Kraft am Rade herrührenden tangentialen Druck V ſo veränderlich annehme, als er bei den gewöhnlichen Rädern es wirklich iſt. Indeſſen habe ich für dergleichen oberſchlägige Räder ſo eben gefunden, daſs

der

der Kraft mechaniſches Moment $Vc = \left(F + \frac{2}{\pi}L\right)k$ für den anhebenden Halbkreis ſeyn muſs, wenn die Warze das Ende dieſes Halbkreiſes mit eben der Geſchwindigkeit k verlaſſen ſoll, mit welcher ſie in den Anfang deſſelben eintritt. Es kann aber dieſes k hier weit geringer als unter I ſeyn, ohne daſs die Warze rückgängig wird. Ja, da die oberſchlägigen Räder, nach einer in mancher Hinſicht freilich etwas fehlerhaften Einrichtung, gewöhnlich ſo geſchaufelt werden, daſs ſie um ein gar beträchtliches mehr Aufſchlagewaſſer aufnehmen können, als in der regelmäſsig ihnen zugedachten Umlaufszeit $= \frac{2\pi r}{c}$ ihnen eigentlich zukommt; ſo wird k äuſserſt klein ſeyn können, und die Warze dennoch bis zu dem letzten Punkte ihres anhebenden Halbkreiſes getrieben werden.

Die Schlüſſe, welche mich auf dieſe hier mitgetheilten Reſultate und mehrere andere gebracht haben, ſcheinen, ſo eben wenigſtens, mir ſehr befriedigend und unterhaltend zu ſeyn. Gleichwohl würde ich, eben deſshalb, weil ſie neu und eilig mit entſtanden ſind, noch davon ſchweigen, wenn ich nicht vorher ſähe, daſs wenigſtens ein Jahr vergehen wird, ehe ich mit mehrerer Muſse ſie prüfen und weiter verfolgen kann. Ich wurde gegenwärtig von *Sr. Excellenz dem Herrn Miniſter, Grafen* von Einſiedel, deſſen tiefe Einſichten ſo vieles zu umfaſſen wiſſen, um meine Meinung über die neuen Theorieen des Krummzapfens befragt, und es ſchien mir nützlich und rathſam, ſelbige hier

öffentlich mitzutheilen, denn es bringt die Mathematiker in gar zu übeln Ruf, wenn die Praktiker ſolche Theorieen ankaufen, und ſich dadurch fehl geführt ſehen.

Eben deſshalb muſs ich auch anführen, daſs des Herrn R. R. Brodreich Theorie des Schwungrades ebenfalls mich durchaus nicht befriedigt hat. Auch in ihr kommt gar zu vieles vor, was jedem, der an etwas ſcharfe und treffende Anwendung der höhern Mathematik gewöhnt iſt, anſtöſsig ſeyn muſs.

Um der Ueberſchrift dieſes Aufſatzes Genüge zu thun, muſs ich auch der alten Theorie des Krummzapfens noch kurz erwähnen. Alles, was ſie, — bei manchem Schriftſteller ſehr undeutlich, — zu erweiſen ſuchte, kann durch den Satz ausgedruckt werden, daſs $= F + \frac{2}{\pi} L$ die mittlere Gröſse des tangentialen Widerſtandes iſt, welchem im anhebenden Warzenkreiſe die Kraft das Gleichgewicht halten muſs. Soll dieſer Satz bloſs für ſeinen ſtatiſchen Sinn bewieſen werden, — und mir iſt nicht bekannt, daſs vor Langsdorf ein Mehreres verſucht wäre, — ſo ſcheint mir hierzu vollkommen hinreichend, zu bedenken, daſs die Warze längs unendlich vielen ſchiefen Ebenen von einer 1. ſtetig wachſenden und abnehmenden Neigung ſteigt, und daſs 2. die *Kraft*, als *Tangentialkraft*, jeder von jenen ſchiefen Ebenen alle Mahl *parallel* wirkt. Durch 2 iſt es gewiſs, daſs immerfort die Kraft zur Laſt ſich verhält, wie die Höhe der ſchiefen Ebene zu ihrer Länge. Durch 1 iſt es gewiſs, daſs

durch den Uebergang aus einer ſchiefen Ebene in die andere kein Geſchwindigkeitsverluſt entſteht, weſshalb man *auch ſummiren* kann, welches denn ſogleich $V - F : L = 2r : \pi r$ giebt. Unter ſolchen ſichern und deutlichen Bedingungen, wie hier die 1 und 2 ausmachen, iſt mir nämlich die carteſianiſche Beweisart bei den Anwendungen der Mathematik auf das Maſchinenweſen, faſt noch lieber als die lediglich ſtatiſche, die man indeſſen für den obigen Satz auch leicht und deutlich darlegen kann.

In meinen beiden obigen Formeln kommt jene Gröſse $F + 2L$ ebenfalls vor. Wer aber deſshalb behaupten wollte, daſs wir nun gerade wieder auf die alte Theorie zurück gekommen wären, der würde eben dadurch beweiſen, daſs er den groſsen Unterſchied zwiſchen dynamiſcher und ſtatiſcher Anſicht einer Maſchine noch nicht gehörig gefaſst habe, und daher ſolche Zweifel, als unſern Langsdorf zu neuer Unterſuchung der Sache veranlaſst haben, nicht gehörig zu würdigen wiſſe. Um ſie recht vollſtändig zu beantworten, müſste auch die Zeitdauer des Umlaufes noch beſtimmt werden.

Die Anwendung meiner Formeln I und II fällt bei *gut* vorgerichteten Krummzapfen ziemlich in eins zuſammen, und wird dadurch ſehr leicht, ſo lange von dem Kraftverluſte durch den continuirten Zug der Korbſtangen und von einem gewiſſen Ausfalle des mechaniſchen Kraftmomentes abſtrahirt wird, wie es für hieſige vorläufige Mittheilung ſchicklich war.

V.

EINIGE BEMERKUNGEN

gegen des Hrn. Grafen v. Rumford neueste Vertheidigung der Nichtleitung der Wärme durch Flüssigkeiten,

vom

Hofrath Parrot
in Dörpat.

Im 3ten Stücke des XVIIIten Bandes Ihrer Annalen haben Sie uns, hochgeehrteſter Freund, wiederum eine Proteſtation des Herrn Grafen von Rumford gegen die Wärmeleitung des Waſſers gegeben, aus welcher ich ſchlieſsen muſs, daſs der Herr Verfaſſer meine ausführliche Beleuchtung ſeiner Hypotheſe noch nicht kennt, ob er gleich durch den Herrn Profeſſor Böckmann zum voraus auf ſie aufmerkſam gemacht worden iſt. Die Gelegenheit zu dieſer neuen Erklärung wurde dem Herrn Grafen von Rumford durch die Beobachtung der Löcher im Eiſe bei Chamouni gegeben. Ich würde, meinem Vorhaben gemäſs, über dieſes neue Factum ſchweigen, wenn nicht Graf Rumford den Phyſikern, welche die Wärmeleitung durchs Waſſer behaupten, gleichſam den Handſchuh hingeworfen hätte, indem er ſie zur Erklärung des Phänomens auffordert. Nicht nur will ich hier dieſes Phänomen ohne den Satz der abſoluten Nichtlei-

tung erklären, ſondern ich erbiete mich zur Erklärung aller gut beobachteten Phänomene für jetzt und die Zukunft, und ich wünſche, daſs der Herr Graf Rumford dieſes förmliche Anerbieten erfahre. Ich bitte die Leſer der Annalen, die Beſchreibung des Phänomens in Band XVIII, Seite 262 der Annalen wieder zu leſen, und nun ſey mein erſtes Geſchäft, zu zeigen, daſs die Hypotheſe der Nichtleitung die Erklärung nicht liefert.

Der Urſprung ſolcher Löcher iſt zuverläſſig irgend eine zufällige Vertiefung auf der Oberfläche des Eiſes, in welcher ſich durch die Sonnenwärme etwas Waſſer ſammelt. Streicht nun ein warmer Wind über dieſe Oberfläche, ſo ertheilt er ihr einige Grade von Wärme über den Frierpunkt: dadurch werden die obern Schichten ſpecifiſch ſchwerer und ſinken; dieſes iſt in allen Hypotheſen wahr. Aber ſie ſinken in *ſenkrechter Richtung*; und wenn die Vertiefungen des anfänglichen Loches durch dieſe wärmern Schichten geſchehen ſoll, ſo muſs die Achſe des Loches durchaus ſenkrecht ſeyn. Aber ſie iſt *gegen Süden geneigt*, nach Graf Rumford ſelbſt; mithin erklärt ſie dieſe Neigung der Achſe nicht. Ferner: wenn dieſe obere wärmere und leichtere Schicht durch die untern, welche die Temperatur des Frierpunkts haben, ſich durcharbeitet, ſo entſtehen Strömungen. Durch dieſe Strömungen aber ſollte ſich die ganze Maſſe erwärmen, (nach der Rumford'ſchen Hypotheſe durch ſie allein.) Nun fragt es ſich zuerſt, welche Temperatur eine

Maſſe von 3 bis 4 Fuſs Tiefe erhalten ſoll, von einer unendlich dünnen Schicht an der Oberfläche, welche höchſtens 4 bis 5° Fahrenh. mehr haben kann als die übrige Maſſe, wenn ſie durch ihre Strömungen die Schmelzung im Grunde bewirken ſoll. Dieſe mittlere Temperatur würde für eine Tiefe von 3 Fuſs, und wenn man die obere Schicht eine Linie dick annähme, (welches nach Herrn Graf Rumford noch viel zu viel iſt,) und im vortheilhafteſten Falle, $\frac{1}{96}$ eines fahrenheitiſchen Grades haben. Setzt man hinzu, daſs die untern Schichten immer weniger von dieſer Temperatur haben müſſen als die obern, ſo kommt noch ein viel geringerer Theil in dieſe Gegend; und von dieſen ſo wenig gewärmten Waſſerſchichten kann nur ein hundert und zwölfter Theil an Eis geſchmelzt werden. Aber in dieſer Tiefe von 3 bis 4 Fuſs müſſen wir annehmen, daſs das Eis noch vom Winter her eine niedrigere Temperatur hat, als an der Oberfläche; und wenn auch dieſer Unterſchied für unſre Thermometer kaum merklich wäre, ſo bleibt er doch über die eben erwähnte, welche auch durch Luftthermometer ſchwerlich angeblich wäre. So lange aber die Temperatur des zu ſchmelzenden Eiſes unter 0° iſt, kann keine Schmelzung vorgehen, ſondern dieſe Wärme wird abgeleitet, und zur bloſsen Temperaturerhöhung des Eiſes bis zu 0° verwandt. — Noch mehr; Wenn die Schmelzung durch die Strömung, welche durch Waſſer von 2° R. über den Frierpunkt entſteht, geſchehen ſoll, ſo könnte

das Loch hie das angegebene Verhältnifs der Breite zur Tiefe haben. Denn man denke ſich den Anfang eines cylindriſchen Loches, etwa von gleicher Höhe und Breite, in welchem das Eis durch die Strömung eben ſo gut an den Wänden als am Grunde ſchmilzt, ſo muſs das Loch doppelt ſo ſchnell an Breite als an Tiefe zunehmen; es muſs alſo in kurzer Zeit weit breiter als tief ſeyn.

Weit beſſer erklärt ſich das Phänomen, ohne auf die Leitung oder Nichtleitung des Waſſers beſondere Rückſicht zu nehmen; und zwar liefert die Neigung der Achſe gegen Mittag dieſe Erklärung. Wir nehmen wieder eine kleine zufällige Vertiefung an. Durch die Sonnenſtrahlen erwärmt, ſchmilzt das Eis in derſelben wie überall, und das Waſſer bleibt in dieſer Vertiefung. Hier bildet das Waſſer durch ſeine Adhäſion am Rande des Eiſes eine etwas concave Linſe, welche die Sonnenſtrahlen nach unten zu etwas zerſtreut. Aber durch dieſe allgemeine Brechung werden die Sonnenſtrahlen, welche in das Waſſer kommen, (und in Chamouni von o bis $67\frac{1}{2}^{\circ}$ über den Horizont ſich erheben,) der Vertikallinie genähert, und beſchreiben einen gröſsern Weg im Waſſer, als ſie in ihrer natürlichen Richtung beſchreiben würden. Ein kleiner Theil davon wird im Waſſer ſelbſt verſchluckt, und erwärmt das Waſſer ſelbſt, der andere trifft mehr die nördliche Wand und den Boden des Loches, erwärmt ſie, und erzeugt Schmelzung. Die Erwärmung des Waſſers und Schmelzung des Eiſes iſt alſo

doppelt, geſchieht aber immer mehr nach der Nord- als nach der Südſeite; daher die Neigung der Achſe des Loches nach Süden.

Freilich läſst ſich aus dieſen Datis dieſe Neigung noch nicht berechnen, und ich zweifle, ob die Achſe des Loches geradlinig ſeyn wird. Vielmehr vermuthe ich, daſs ſie krummlinig iſt, welches der Herr Graf Rumford mit einem einfachen Stocke auch nicht ganz gut erkennen konnte.

Das *zweite* Phänomen, welches der Herr Graf Rumford zur Erklärung aufgiebt, iſt *die beſtändig gleiche Temperatur des Bodens aller tiefen Seen*. Einerſeits iſt die Gleichheit durch die Verſuche von Forſter, Irwine, Peron, u. ſ. w., welche Sie in den *Annalen*, B. XIX, St. 4, anführen, widerlegt, und es läſst ſich aus allen dieſen Verſuchen nur der Schluſs ziehen, daſs die Temperatur des Waſſers von oben nach unten abnehme, in groſsen Tiefen viel kleiner ſey als an der Oberfläche, und daſs ſie in Tiefen von 1500 bis 2500 Fuſs nahe an den Frierpunkt gränzen mag, während ſie an der Oberfläche 20° bis 25° Reaum. beträgt. Da es aber bekannt iſt, daſs die Stürme auf groſsen Waſſerflächen nur die Oberfläche in Bewegung ſetzen, hingegen das tiefere Waſſer ganz ruhig laſſen, ſo muſs die Mittheilung der Wärme auſserordentlich langſam vor ſich gehen, ſo daſs die Dauer eines Sommers für ſolche Tiefen beinahe verſchwindet, da ich die Erfahrung gemacht habe, daſs dieſe Dauer nicht hinreicht, auf 7 Fuſs Tiefe in der Erde, die nach

Graf Rumford als feſter Körper gut leitet, das Eis zu ſchmelzen, wie ich es an einem andern Orte angeführt habe. Noch mehr: Es wird gewiſs niemand läugnen, daſs Säuren und Alkalien ſich nicht äuſserſt vollkommen dazu eignen, Prozeſſe der Art aufs geſchwindeſte zu vollenden, wenn ſie mit Waſſer in Berührung kommen. Aber in der Reihe der Verſuche, die ich über die Affinität angeſtellt, aber noch nicht bekannt gemacht habe, findet ſich einer, der einen deutlichen Begriff von der Langſamkeit dieſer Prozeſſe giebt, im Falle keine mechaniſche Bewegung angebracht wird. Die concentrirteſte Schwefelſäure, unter deſtillirtes Waſſer gelegt, hatte ſich nach 14 Tagen in der $\frac{1}{4}$ Zoll dicken Waſſerſchicht noch nicht ganz gleichförmig vertheilt. Ja, dieſelbe Säure mit einer geſättigten Kalilauflöſung im Waſſer, in Verbindung gebracht, iſt gleichfalls nach mehrern Tagen noch nicht gemiſcht. *) Findet eine ſolche Langſamkeit der Mittheilung ſo ſehr verwandter Stoffe bei Schichten von 15 Linien Dicke Statt, wie viele Jahrhunderte müſſen nicht vergehen, ehe eine Schicht von 2000 Fuſs eine gleiche Temperatur erhält, beſonders da der Winter Erkältung an der Oberfläche erzeugt!

Schon das Factum, daſs die Temperatur im Meere gradweiſe nach unten abnimmt, zeigt, daſs

*) Ich werde alle dieſe Verſuche, ſo wie die Geſetze dieſer Vertheilung, welche daraus folgen, in einer andern Abhandlung ausführlich bekannt machen. P.

eine Mittheilung wirklich Statt findet, die ſich durch die Strömungen innerhalb 0° und 2° Reaum. nicht erklären läſst.

Indeſs könnte Hr. Graf Rumford fragen, warum ſeit ſo vielen tauſend Jahren der Grund der tiefern Meere noch nicht erwärmt werde, ſondern ſich noch immer nahe am Frierpunkte befindet. Die Antwort iſt leicht. Die verſchiedenen Weltmeere haben an ihrer Oberfläche nicht nur, ſondern in ihrer ganzen Maſſe, ſehr verſchiedene Temperaturen. In der Gegend der beiden Polarkreiſe iſt die Temperatur des Meerwaſſers durchaus nahe am Frierpunkte, da ſie hingegen unter dem Aequator an + 25° gränzt. Nach hydroſtatiſchen Geſetzen alſo muſs alles Waſſer, das in den wärmern Gegenden ſich in groſsen Tiefen ſchon über 2° R. erwärmt hat, von den gleich tiefen kältern Schichten anderer Meere verdrängt und gehoben werden, ſo daſs in groſsen Tiefen eine beſtändige ſchwache Strömung zwiſchen den Waſſern der heiſsen und kalten Zonen Statt finden muſs, wodurch die Tiefen der wärmern Meerſtriche immer mit kaltem Waſſer verſehen werden. Dieſe Strömungen ſind freilich kein Gegenſtand directer Beobachtungen, ſie ſind auch von den Bewegungen an der Oberfläche durch Stürme ganz unabhängig. Aber da ſie aus bekannten, allgemein anerkannten Naturgeſetzen entſpringen, ſo müſſen wir ſie durchaus ſtatuiren.

Die *dritte Aufgabe*, welche Herr Graf Rumford den Phyſikern aufgiebt, iſt ſein Verſuch mit

dem kochenden Waſſer über der Eisſcheibe. Dieſe habe ich, denke ich, vollkommen aufgelöſt in meiner Abhandlung wider die Nichtleitung der Wärme, *Annalen*, B. XVII, St. 3, S. 281—294. Ueber die Exiſtenz der Strömungen habe ich den Grafen Rumford in den *Annalen*, B. XIX, St. 4, wider Herrn Thomſon, deſſen Meinung dem Hrn. Grafen wehe that, gerechtfertigt.

Schlieſslich muſs ich erinnern, daſs Herr Graf Rumford im erwähnten Aufſatze von ſeiner urſprünglichen Meinung der abſoluten Nichtleitung des Waſſers abgeht, und nur verlangt, daſs man den Uebergang der Wärme von einem Waſſertheilchen zum andern als ſehr langſam annehme, wodurch freilich der ganze Streit eigentlich ein Ende nimmt, indem dieſe Langſamkeit von mir nie geläugnet worden iſt, vielmehr ich ſelbſt die auffallendſten Data zu ihrer Beſtätigung geliefert habe.

Darf ich noch eine Bemerkung hinzu fügen? Dieſer ganze Streit über die Leitungsfähigkeit des Waſſers wäre vielleicht gar nicht entſtanden, wenn man nicht die urſprünglichen Data dazu aus den gröſsern Naturphänomenen genommen hätte. Dieſe Phänomene eignen ſich ganz und gar nicht zur Aufſtellung von Naturgeſetzen, weil ſie nicht einfach genug ſind. Möchten doch die Phyſiker bei dem gegründeten Unterſchiede zwiſchen *theoretiſcher Phyſik*, welche aus den Verſuchen die Naturgeſetze deducirt, und der *angewandten Phyſik*, welche dieſe Geſetze zur Erklärung der Naturphänomene an-

wendet, feſt bleiben! Die Erſcheinungen, welche die Natur im Weltbau darbietet, ſind ſelten einfach genug, um die Naturgeſetze daraus zu entziffern. Der Verſuch muſs dieſe Erſcheinungen vereinfachen, indem er alles entfernt, was nicht unmittelbar zur Sache gehört, und es kommt auch leider oft genug der Fall, daſs, ungeachtet aller angewandten Mühe, dieſe Vereinfachung durch Verſuche nicht gelingt. Wie ſollte ſie in Phänomenen, welche wir nicht modificiren können, die wir oft nur in der Entfernung beobachten, erzeugt werden können? De Luc wäre vielleicht zur Annahme der beiden Stoffe des Waſſers gleich nach der Aufſtellung der Lavoiſier'ſchen Theorie übergegangen, wenn er nicht die unglückliche Idee gehabt hätte, die Schwierigkeit, die er in der Erklärung des Regens fand, als Argument gegen dieſe Theorie zu gebrauchen. Newton, in der Aufſtellung des allgemeinen Naturgeſetzes der Gravitation, ging von den Verſuchen Galilăi's aus, und behandelt dieſe ganze wichtige Sache nur als eine Aufgabe der angewandten Phyſik, obgleich hier vielleicht mehr als in irgend einem andern Zweige der Phyſik die Naturphänomene im Groſsen einfach ſind.

VI.

UNTERSUCHUNGEN

über den Knochengallert,

von

L. PROUST,
Professor der Chemie zu Madrid, *)

und einige Worte über den Knochenbouillon gegen Herrn Cadet de Veaux.

Seit beinahe zwanzig Jahren sind die Oekonomen bemüht gewesen, Pflanzen zu entdecken, womit man im Fall einer Theurung die Pflanzen ersetzen könnte, welche unsre täglichen Nahrungsmittel ausmachen. Ihre Bemühungen sind nicht fruchtlos geblieben, denn sie haben gefunden, dass die Natur weit mehr nahrungsreiche Pflanzen hervor bringt, als man bis jetzt geglaubt hatte.

*) Ausgezogen, wahrscheinlich von ihm selbst, aus dem wichtigen und schätzbaren spanischen Werke: *Untersuchungen über die Mittel, die Nahrung der Soldaten zu verbessern*, (welches schon 1790 zu Madrid mit dem Motto: *Habentes alimenta et quibus tegamur, his contenti simus*, erschienen ist,) im *Journ. de Physi*, 1803, t. 53, p. 227, und hier mit den Hauptstellen aus einer Zurechtweisung vermehrt, welche Proust einem lauten pariser ökonomischen Schriftsteller giebt, der das ihm zukommende Verdienst um den Knochengallert sich zueignete, und dessen Schriftchen auch in Deutsch-

Wenn wir aber den Werth dieſer Entdeckungen genau unterſuchen, ſo zeigt ſich bald, daſs, ob ſie ſchon im Allgemeinen wichtig ſind, wir doch auf keinen groſsen Nutzen rechnen dürfen, wenn wir gezwungen würden, zu ihnen unſre Zuflucht zu nehmen. Stiege zum Beiſpiel die Theurung des Kornes ſo hoch, daſs wir uns mit Brod aus Kartoffeln und andern Wurzeln behelfen müſsten, würde darum die ärmere Volksklaſſe beſſer daran ſeyn, als jetzt? Gewiſs nicht, denn dieſe neuen Nahrungsmittel würden dann für ſie nicht wohlfeiler ſeyn, als jetzt das Brod; bleibt aber das Elend daſſelbe, ſo können wir uns noch nicht ſchmeicheln, in jenen Entdeckungen für die Armen ein bedeutendes, ihrem Bedürfniſſe entſprechendes, Hülfsmittel aufgefunden zu haben.

Man muſs alſo noch zur Milderung des Elendes ein Nahrungsmittel ausfündig machen, das dem Staate nicht nur nichts koſtet, ſondern das auch vom Ueberfluſſe und vom Mitleiden der Reichen und Begüterten unabhängig iſt, — ein Nahrungsmittel, das, bis jetzt von niemanden entdeckt, auch von

land viel geleſen worden iſt. Vielleicht haben die Leſer ſich an dem Knochengallert ſchon völlig geſättigt; dennoch lade ich ſie ein, dieſen gut geſchriebenen Aufſatz nicht zu überſchlagen. Prouſt iſt der Erſte, der dieſe Sache wieder in Anregung gebracht hat, und vielleicht noch immer der gründlichſte und beſte Schriftſteller über dieſe Materie.

Gilbert.

denen nicht verweigert werden kann, die am wenigſten zum Geben geneigt ſind.

Darf ich mir ſchmeicheln, den Weg zu dieſer Entdeckung gebahnt zu haben? Meine Leſer mögen darüber urtheilen. Es iſt nämlich gewiſs, daſs es in allen Städten eine nahrhafte Subſtanz giebt, auf die niemand achtet, die täglich ſich erneuert, und ein bedeutender Zuſchuſs zum Unterhalte ſeyn würde, den man leicht ſammeln und zum Gebrauch des minder begüterten Bürgers zurichten könnte.

Ich geſtehe indeſs, daſs bei der Ausführung meines Vorſchlags ein Umſtand eintritt, der meine Hoffnung, ihn angenommen zu ſehen, ein wenig ſchwächt: dieſes Nahrungsmittel bedarf nämlich, wie alle andere, die auf unſern Tiſch kommen, einer Zubereitung. Aber, wenn wir die Früchte ausnehmen, die nirgends, ſelbſt dem Wilden nicht, eine ſolide Nahrung geben, welche Speiſe erfordert nicht die Koſten der Zubereitung? Heiſchen nicht die Wurzeln, woraus der Indier ſeine Kuchen und ſein Mehl macht, eben ſo viel Bearbeitung, als unſer Brod?

Erſter Theil.

Niemand zweifelt, daſs die Knochen, wenn ſie aus dem Topfe kommen, eine groſse Menge gallertartiger Subſtanz enthalten; und da dieſer Gallert in nichts von dem verſchieden iſt, den ſie dem Bouillon abgeben, ſo hat man allgemein geglaubt, daſs in dieſem Gelee, wenn es ſich nur leichter aus den

Knochen ausziehen liefse, ſich eine ergiebige Hülfsquelle zum Unterhalt der Spitäler, Soldaten, Seeleute, und der Klaſſe von Bürgern eröffnen würde, denen ihre Armuth, in den Städten, den Gebrauch des Fleiſches nicht geſtattet.

Man hat um ſo mehr gewünſcht, daſs dieſe gallertartige Subſtanz benutzt werden möchte, da die Phyſiologen ſie immer als eines der beſten reſtaurirenden Mittel empfehlen, weil ſie von allen gebräuchlichen Speiſen den feſten Theilen des menſchlichen Körpers am meiſten analog zu ſeyn ſcheint, und weil ſie, nach der Erfahrung aller Zeiten, im kleinſten Volum die ſolideſte Nahrung gewährt, und am ſchnelleſten den Verluſt erſetzt, den wir durch übertriebene Arbeit, oder durch Miſsbrauch des Lebens erleiden.

Der erſte Gebrauch, den Papin von ſeinem Topfe machte, war ein Verſuch mit dem Knochenbouillon. Seine Reſultate zeigten bald dem ganzen Europa, welchen Nutzen ſich die Oekonomie der Spitäler einſt davon verſprechen dürfte. Dieſer Topf iſt, ſeit Papin, zwar ſo vervollkommnet worden, daſs man die Gefahren, die ſonſt mit ſeinem Gebrauche verbunden waren, nicht mehr zu fürchten hat, — aber ungeſchickten Händen darf man ihn doch auch jetzt nicht anvertrauen. Er wurde daher übel berüchtigt als ökonomiſches Geräthe, und vergeſſen, und wird nur noch in unſern phyſikaliſchen Kabinetten geſehen. Mit ihm iſt auch die Kunſt, den Gallert aus den Knochen zu ziehen, in

Ver-

Vergeſſenheit gekommen. Er hatte dieſes Schickſal nicht ganz mit Unrecht. Ein Bombenkeſſel iſt kein gefährliches Inſtrument, doch nur dann, wenn er von einem Artilleriſten gebraucht wird. Eben ſo der papinianiſche Topf. *)

Der gegenwärtige Vorſchlag betrifft denſelben Gegenſtand, dem Papin's Unterſuchungen gewidmet waren, aber es kam darauf an, durch leichte, wohlfeile, kurz, ſolche Mittel zum Zwecke zu ge-

*) Wie wahr dieſes iſt, beweiſet ein Vorfall, der ſich vor zwei Jahren in Berlin in der Flittner'ſchen Apotheke ereignete, wo in einem papinianiſchen Topfe, ungefähr nach Art des van Marum'ſchen, von einem gemeinen Arbeiter Knochengallert gekocht werden ſollte, der damahls gerade als fiebervertreibendes Mittel die Modeſache der Aerzte war. Es mochte ihm geſagt worden ſeyn, er müſſe keine Dämpfe aus dem Ventile entweichen laſſen; ſtatt das aber durch Mäſsigung des Feuers zu bewirken, beſchwerte er den Hebel des Ventils, den Herr van Marum nur mit 2 Pfund belaſtet, noch mit einem Gewichte von 8 Pfund, und als das nicht helfen wollte, band er gar das Ende des Hebels an den Deckel feſt. Natürlich, daſs der Topf, ungeachtet er aus ſtarkem geſchlagenen Kupfer beſtand, endlich zerſprengt werden muſste. Dieſes geſchah mit einem mächtigen Knalle und einer fürchtbaren Exploſion; die Fenſter wurden zerſprengt, Steine heraus geſchlagen, und rings umher eine wahre Verwüſtung angerichtet. Der Arbeiter hatte ſich zum Glücke gerade entfernt, und blieb unbeſchädigt. *Gilb.*

langen, die zu jedermanns Gebrauche ſtehen. Dieſes iſt die Abſicht meiner Arbeit.

Bei rohem Fleiſche iſt der gallertartige Theil ſehr weich und zart, geht daher leicht in die Brühe über, und man braucht dieſe nur einkochen zu laſſen, um ihn zu erhalten. Da das Fleiſch mehr oder weniger mit Blut getränkt iſt, ſo enthält es immer einen beträchtlichen Antheil von dem Safte, den die Phyſiologen die gallertartige Lymphe nennen. Dieſe Lymphe, ſtatt in der Brühe zu zerflieſsen, gerinnt wie Eiweiſs. Daher enthält der Fleiſch-Bouillon nicht ſo viel Gelee, als der Ueberfluſs dieſer Säfte zu verſprechen ſcheint. Und dieſes beſtätigt die Erfahrung, denn drei bis vier Pfund Fleiſch geben nur Ein Pfund Gallert.

Dieſes iſt der Grund, warum das Fleiſch-Gelee dem ſo theuer kommt, der es macht oder beſtellt; warum bei den Armeen und auf langen Reiſen es ſo ſchwer iſt, die Kranken wieder herzuſtellen, und die Geneſenden zu ſtärken, wozu oft nur ein wenig Gallert nöthig wäre; und warum endlich in den Spitälern Gallert ſo ſelten zur Hemmung der Auszehrung gebraucht wird, wogegen die Arzneikunde kein wirkſameres Mittel weiſs, als den thieriſchen Gallert.

Aber dieſes Gelee, das viel reichlicher in den Knochen ſich findet, als im Fleiſche, weicht nicht leicht der Wirkung ſeines Auflöſungsmittels. Die Hitze, welche das ſiedende Waſſer unter dem gewöhnlichen Drucke unſrer Atmoſphäre annimmt, iſt

nicht ſtark genug, die Poren eines ſo engen und feſten Gewebes, als das der Knochen, hinlänglich zu erweitern, damit die Flüſſigkeit das Gelee heraus ziehen könne.

Ein zweites Hinderniſs iſt der Zuſtand der Verhärtung und Trockenheit, worin der Gallert in den Knochenzellen ſich befindet. Selbſt ſtählerne Inſtrumente durchdringen dieſe feſte Miſchung nur mit Schwierigkeit; man muſs ſich alſo nicht wundern, daſs die Wirkung des Waſſers auf das Knochengewebe ſo geringe iſt. Da übrigens die Knochen dem Gallert allein ihre Elaſticität verdanken, ſo war es auch nöthig, daſs ſie bei der thieriſchen Organiſation von der Natur reichlich damit verſehen wurden. In der That beweiſet die Erfahrung, daſs ſich verhältniſsmäſsig in den Knochen mehr Gallert befindet, als in irgend einem andern Theile des thieriſchen Körpers.

So lange auch ein Pfund Knochen in einem Topfe gekocht haben mag, immer noch laſſen ſich daraus 3 bis 4 Pfund Gelee erhalten; und da 7 bis 8 Pfund Fleiſch nur dieſelbe Menge von Gelee geben würden, ſo ſieht man leicht, daſs der Soldat, wenn man ihm ein Pfund Knochen ſo zubereitet gäbe, daſs er daraus eben ſo leicht, wie aus dem Fleiſche, das Gelee ausziehen könnte, beſſer mit Bouillon verſorgt ſeyn würde, als wenn er 4 bis 5 Pfund Fleiſch bekäme.

Was macht ihr nun, Mitbürger, mit den Knochen, die von eurem Tiſche kommen? Höchſtens

läfst ihr sie von den Hunden benagen und dann ins Feuer oder unter den Abraum werfen! Sie sind es, welche ich verlange, und ich fordere von den Bewohnern grofser Städte weiter nichts, als dafs sie mir erlauben, die Knochen, welche sie wegwerfen, jede Woche aufzulesen. Und das werden sie gewifs gerne zugeben; der Mensch ist immer wohlthätig, wenn sein Interesse nicht darunter leidet.

Zweiter Theil.

1. *Versuche.*

Um genau bestimmen zu können, wie viel Gallert sich aus den Knochen durch Kochen erhalten läfst, mufs man zuvörderst einen Vergleichungspunkt haben; d. h., man mufs sehen, wie viel Gelee rohe Knochen dem Bouillon in einem gewöhnlichen Topfe geben.

Zu dem Ende liefs ich die zum Versuche bestimmten Knochen erst wohl von Fleisch, Sehnen u. dergl. reinigen, sie dann, wie es in der Wirthschaft gebräuchlich ist, zerhacken, darauf in einen gewöhnlichen Suppentopf thun, und diesen am Feuer stehen von sechs Uhr Morgens bis Mittag, ohne ihn abzuschäumen, damit er keinen Verlust erlitte. Nachdem die Brühe erkaltet und abgeklärt war, liefs ich sie in einem silbernen Napfe abdünsten, bis der Gallert so consistent wurde, dafs man ihn heraus heben und aufs Trockenbrett legen konnte. Das Resultat dieses Versuchs war ein völlig *trockener* durchsichtiger *Gallert*, nach Art der

Bouillontafeln (*paſtille*), von mehr oder minder dunkler Farbe, nach den verſchiedenen Arten von Knochen, und von mildem ſehr leicht ſalzigen Geſchmack.

Wenn man 1 Unze dieſes trockenen Gallerts in 31 Unzen Waſſer auflöſt, erhält man 2 Pfund *friſchen*, bebenden *Gelee's*. *) Das Thermometer ſtand bei dieſem Verſuche zwiſchen 0° und 4 bis 5° R. Es war nothwendig, die Produkte der verſchiedenen Arten von Knochen alle zu einem gleichen Punkte der Trockenheit zu bringen, um ſie völlig vergleichen zu können. Kennt man den Ertrag der Knochen an ſolchen trockenen Produkten, ſo iſt es leicht, zu beſtimmen, wie viel friſches Gelee ſie geben können.

Schenkelknochen eines Rindes. 10 Pfund Schenkelknochen (*os de jambes*) eines Rindes, getrennt vom Marke und von den Extremitäten, gaben einen Bouillon, von dem, nachdem er bis zur Trocknifs abgeraucht war und die Conſiſtenz der Bouillontafeln angenommen hatte, nur 2¼ Drachme (*Gros*) übrig blieben, welches mit 9 Unzen bebenden Gallerts übereinſtimmt, folglich mit ungefähr 1 Unze Gelee auf das Pfund Knochen.

*) In dem hier gebrauchten Sinne werden die Ausdrücke: *trockener Gallert*, (für *paſtille*, von der Conſiſtenz der Bouillontafeln,) und *friſches Gelee*, (im bebenden Zuſtande,) durch den ganzen Aufſatz gebraucht. *Gilb.*

Nun wurden dieſelben Knochen zu einem Knochenmehl zermalmt, und gaben mir beim Kochen 9 Unzen weniger 12 Gran trockenen Gallerts; welches mit 18 Pfund friſchen Gelee's überein ſtimmt. Hieraus erhellet, daſs der Gallert, welchen Knochen bei dem gewöhnlichen Kochen hergeben, ſich zu dem Gallert aus rohen Knochen, wie 1:32 verhält, oder mit andern Worten, daſs die Knochen, welche man in der Suppe kocht, nur den 32ſten Theil der nährenden Theile hergeben, die ſie enthalten.

Gelenkknochen, das heiſst, die Köpfe der Keulen- und Schenkelknochen; (*les têtes des os de cuiſſe et de jambe.*) Zehn Pfund dieſer Knochen, roh genommen, geben $6\frac{1}{2}$ Drachme trockenen Gallerts, oder 26 Unzen friſchen Gelee's. — Aus denſelben Knochen erhielt ich nach dem Zermalmen bei einem zweiten Kochen 15 Unzen Gallert, nach Art der Bouillontafeln, oder 30 Pfund bebenden Gelee's, alſo 18 Mahl mehr als beim gewöhnlichen Kochen.

Hüftknochen, (*os des hanches* oder *de tranche.*) 10 Pfund roher Knochen gaben $18\frac{1}{2}$ Drachme trockenen Gallerts, oder 4 Pfund 10 Unzen friſchen Gelee's. Zum zweiten Mahl zermalmt und gekocht, gaben ſie 26 Unzen trockenen Gallerts, oder 52 Pfund friſchen Gelee's: das Verhältniſs zum erſten Produkte iſt ungefähr wie 11:1.

Rippen und Wirbelknochen. Ich habe nicht verſucht, was dieſe Knochen roh geben. Zehn Pfund

derſelben, die in den Töpfen des Schloſſes zu Segovia gekocht waren, gaben herhach, zermalmt und nochmahls gekocht, 22 Unz. und 2 Dr. trockenen, oder $44\frac{1}{2}$ Pfund friſchen Gallerts.

Hammelknochen. Von 10 Pfund aller Art, die aus dem Topfe genommen, dann zermalmt und wieder gekocht wurden, erhielt ich 19 Unzen 2 Drachmen trockenen, oder $38\frac{1}{2}$ Pfund friſchen Gallerts.

Schweineknochen. Zehn Pfund gekochter gaben, zermalmt und wieder gekocht, 19 Unzen 3 Dr. trockenen, oder beinahe 39 Pfund friſchen Gelee's.

Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, mit *Kälberknochen* Verſuche anzuſtellen; ſie müſſen gewiſs auch viel Gallert geben.

Eigenſchaften des Knochengallerts. Da die meiſten Knochen Fett enthalten, ſo nimmt auch ihr Gelee etwas davon an; es iſt im Ganzen mehr oder minder milchicht, oder, wie es die Aerzte nennen, emulſiv, und hat einen faden, ſüſslichen, unbeſtimmten Geſchmack.

So wie am Fleiſche nicht alle Theile gleich ſchmackhaft ſind, ſo ſind auch die Gallerte, welche man aus den Knochen erhält, an Geſchmack und Zartheit verſchieden. Das Gelee von Rippenknochen z. B. iſt fürs Auge und für den Geſchmack angenehmer als das von Hüftknochen; und das letztere iſt wieder in dieſer zwiefachen Rückſicht dem Gallert von Gelenkknochen vorzuziehen.

Das Gelee von Hammelknochen hat den Geruch feines Fleiſches. Das von Schweineknochen ſchien mir das angenehmſte zu ſeyn; einige zogen indeſs das Hammel-Gelee allen vor.

Die Gallerttafeln verderben an der Luft nicht, und können von einem Ende der Welt zum andern gebracht werden.

Um von den Tafeln friſches Gelee zu erhalten, iſt weiter nichts nöthig, als daſs man ſie eine Viertelſtunde im Waſſer erweichen, dann, bis ſie völlig aufgelöſt ſind, aufkochen, und den Gallert im Kühlen gerinnen läſst. Das ſo erhaltene Gelee iſt in nichts von dem friſch ausgekochten verſchieden. Hier das Recept zu einem Gerichte, (*blanc-manger*,) womit ich meine Freunde mehrmahls bewirthet habe, und das für einen Kranken höchſt angenehm und heilſam iſt. Man bereite 14 bis 15 Unzen Gelee, thue $\frac{1}{2}$ Unze Zucker, eine Hand voll Salz, 12 zerſtoſsene ſüſse und 4 bittere Mandeln, damit der Saft aus ihnen ausgezogen werde, und etwas Orangenſchale hinzu, und laſſe das Gelee im Kühlen geſtehen.

Wenn ich zu dem Knochenmehl Erbſen, Kohl, Rüben, Wurzeln und Speck in den Topf thun lieſs, bekam ich immer eine ſehr gute Suppe.

Nach Verſchiedenheit der Jahreszeit bedarf man zu dieſen Gelees mehr oder weniger Waſſer. — Im Winter z. B., wenn das Thermometer auf dem Eispunkte ſteht, erhält man aus 1 Unze trockenen Gallerts und 31 Unzen Waſſer ein Gelee, das eben ſo

leicht bebend wird, als die beſte Fleiſchbrühe; ich ſetze dieſes Verhältniſs darum feſt, weil es gerade das der kräftigſten Fleiſchbrühen iſt.

Wenn das Thermometer zwiſchen 6 und 9° ſteht, ſo darf man nur 24 Unzen Waſſer zu 1 Unze Bouillontafel nehmen, ſoll das Gelee die Conſiſtenz erhalten, in welcher man es Kranken giebt; und bei einer Wärme zwiſchen 10 und 14° darf man nur 18 bis 20 Unzen Waſſer auf 1 Unze Gallert rechnen. Man begreift leicht, daſs dieſe Gelees nach der gröſsern oder geringern Waſſermenge mehr oder minder nahrhaft ſeyn müſſen.

Die Schiffsärzte wiſſen, wie ſchwer es iſt, den Skorbut der Seeleute zu hemmen, weil man auf den Schiffen keine friſchen thieriſchen Säfte haben kann. Wie nützlich würden nicht auf einer langen Seereiſe Gallerttafeln ſeyn!

Leſer, die keine Begriffe von der Phyſiologie haben, werden fragen, wie es möglich ſey, daſs 2 Pfund Gelee, die nur 1 Unze trockenen Gallerts enthalten, ſehr nahrhaft ſeyn können. Ich antworte: Von 1 Pfund Fleiſch ohne Knochen erhält man leicht 2 Pfund Bouillon, der nicht von dem ſchlechteſten iſt. Indeſs enthält dieſe Brühe, die wohl jedermann für nahrhaft gelten läſst, noch keine ½ Unze trockenen Gallerts. Daraus folgt, daſs ein Knochenbouillon von 1 Unze trockenen Gallerts einer Brühe von 2 Pfund Fleiſch gleich iſt.

Nur wenige dürften ſich beklagen, nicht gut zu Mittage gegeſſen zu haben, wenn ſie von einem

Dutzend Eier das Eiweiſs (*une douzaine de blancs d'oeufs*) verzehrt haben, und doch iſt darin nur 1 Unze feſter Subſtanz enthalten. Etwas ähnliches gilt vom rohen Fleiſche, wovon das Pfund nur 4 Unzen trockenen Stoffes enthält. *)

Eigenſchaften des Fleiſchgallerts. Zehn Pfund des beſten Fleiſches ohne Knochen gaben mir 5 Unzen ganz trockenen Gallerts. Aus Fleiſch, das mehr Knorpel und Sehnen enthält, läſst ſich etwas mehr erhalten. Das Fleiſch-Gelee iſt durchſichtig, farbig, von ſelbſt ſehr ſalzig und ſehr ſchmackhaft, weil es viel ſalzſaures Kali, auch freie Phosphorſäure u. ſ. w.

*) Folgendes iſt das Reſultat einiger Verſuche, welche Hr. Geheimerath Hermbſtädt in Berlin vor ein paar Jahren mit friſchem, knochenloſem, nicht fettem Fleiſche angeſtellt hat. 1. Ein Pfund wurde in kleine Stücke zerſchnitten, 8 Stunden lang in 60° Wärme erhalten, bis es bis zur Zerreiblichkeit ausgetrocknet war. 2. Ein zweites Pfund wurde in einem gut verſchloſſenen Topfe 6 Mahl hinter einander, jedes Mahl 1 Stunde lang, mit deſtillirtem Waſſer gekocht, bis ſich endlich beim Eindicken keine klebrige Flüſſigkeit mehr fand, und dann der Rückſtand bis zur Zerreiblichkeit eingekocht. So fand ſich aus 32 Loth

	an feſtem zerreiblich. Rückſtand nach 1	nach 2	an Fett	alſo an trockenem Gallert
Kalbfleiſch	8	3½	⅜	4⅛ Loth
Hammelfleiſch	9	4½	½	4
Ochſenfleiſch	10	5	⅛	4⅜
Schweinefleiſch	10	6	⅛	3⅝

Gilb.

enthält. Wenn man den ganz trockenen Fleiſchgallert in einer eben ſo groſsen Menge von Waſſer als den trockenen Knochengallert erweicht, ſo nimmt das Gelee bei derſelben Temperatur weniger Conſiſtenz als jenes an. Nähert es ſich dem Zuſtande völliger Trockenheit, ſo verliert es ſeine Durchſichtigkeit, und es ſchieſst daraus Salz an, *(et le ſel ſe criſtalliſe dans le corps de la potaſſe.)*

Man hat viele Mühe, dieſen Gallert gehörig zu trocknen, und er wäre in ſo fern ſchwerer aufzubewahren, als der von Knochen. Er iſt ſtark braun, flexibel, und läſst ſich aus einander ziehen, wie Gummi elaſticum. Der Geſchmack iſt ſtrenge, ſelbſt unangenehm, weil der Geſchmack des Fleiſches ſich darin äuſserſt concentrirt findet; und er gleicht mit einem Worte dem der engliſchen Bouillontafeln nicht mehr, als der Geſchmack des feinen Zuckers dem des Begliſenenſafts. Welch eine Menge von Ingredienzien mögen die Engländer aber auch nicht in ihre Bouillontafeln bringen, um ihnen die Conſiſtenz und den wohlfeilen Preis zu geben, durch die ſie ſich empfehlen.

Eine Unze reinen trockenen Fleiſchgallerts, in 20, 24 oder 31 Unzen Waſſer aufgelöſt, giebt ſogleich einen Bouillon, der ſo gut iſt, wie friſche Fleiſchbrühe; er hat denſelben kräftigen Wohlgeruch, und man würde ihn ſchwerlich von jenem unterſcheiden; aber ſo köſtliche Gallerttafeln kommen nirgends im Handel vor. In der Fleiſchbrühe ſtechen manchmahl die Salze ſo hervor, daſs ſich aus ihr

keine feſte Bouillontafeln, ſondern nur ein Extract erhalten läſst, den man wie das Eingemachte in einem Glaſe aufheben muſs. Dieſer Extract erhält ſich indeſs mehrere Jahre, ohne zu verderben.

Ich habe den trockenen Fleiſchgallert zu ½ Unze auf das Pfund Fleiſch angeſetzt, ob ich gleich weiſs, daſs ſich daraus 6 bis 7 Drachmen erhalten laſſen, wie das die Unterſuchungen Geoffroy's, (*Mém. de l'Acad.*, 1734,) zeigen. Aber dazu müſste man das Fleiſch vier oder fünf Mahl nach einander, immer in friſchem Waſſer, kochen, und es zuletzt unter die Preſſe bringen; ſo lieſse ſich indeſs nur da verfahren, wo gekochtes Fleiſch ohne allen Werth wäre. In groſsen Städten gilt es immer mehr, als die 2 oder 3 Drachmen trockenen Gallerts werth ſind, die es nach dem erſten Knochen noch enthält, und das ausgepreſste Fleiſch iſt zu nichts, als zum Futter für die Hunde, gut.

Folgerungen.

1. Die Knochen, die man in den Küchen wegwirft, enthalten eine beträchtliche Menge nährenden Stoffs, den man, mit wenigen Koſten, dazu benutzen könnte, den Unterhalt der Soldaten und Seeleute, und in den Spitälern, Gefängniſſen, u. ſ. w., zu verbeſſern.

2. Zehn Pfund Rinderknochen von vier verſchiedenen Arten geben im Durchſchnitte 18 Unzen trockenen Gallerts, nach Art der Bouillontafeln; eben ſo viel Fleiſch nur 5 Unzen.

3. Völlig trockener Gallert von Fleiſch und von Knochen enthalten den ernährenden Stoff in gleicher Menge, und geben davon gleich vielem Waſſer gleich viel, in Geſtalt von Bouillons. Kälber-, Schweine- und Hammelknochen leiſten dieſen Dienſt eben ſo wohl als Rinderknochen.

4. Wenn man dem Soldaten täglich 2 Pfund friſchen Gallerts zukommen lieſse, welches er von 12 Unzen Knochen erhalten kann, die er mit Speck und Gemüſe kochen müſste, ſo würde er einen Bouillon bekommen, der dem von 2 Pfund Fleiſch an Güte gleich wäre. Will man mir einwerfen, daſs die Knochenbrühe nicht ſo ſchmackhaft iſt, als die Fleiſchbrühe, ſo antworte ich, das Bedürfniſs wird die Würze deſſelben ſeyn. Uebrigens wollte ich auch nur, daſs dieſer Bouillon mit der Fleiſchbrühe vermiſcht würde, damit er ihren Wohlgeruch annähme. Die Aerzte mögen uns ſagen, ob man nicht eben ſo gut mit einem Stücke vom Bauche einer Kuh, das wohl geſalzen und gepfeffert iſt, ſich ſättige, als mit einem Lendenbraten, und ob eine Knochenſuppe den Soldaten nicht eben ſo ſehr ſtärken würde, als eine Fleiſchſuppe.

Zubereitung der Knochen.

Es iſt ziemlich gut bewieſen, daſs die Kraft der Aggregation, welche den Gallert an die erdigen Theile der Knochen feſſelt, das einzige Hinderniſs iſt, welches das Waſſer beim Auflöſen deſſelben zu überwinden hat. Papin bewirkte die Auflöſung

durch die Hitze ſeines Topfes, allein der Gebrauch deſſelben iſt nicht allgemein bekannt, und ſehr leicht nimmt der darin bereitete Bouillon einen ſehr unangenehmen brenzlichen Geſchmack an; ein Fehler, den der Abbé Changeux, (*Journ. philoſ.*, 1775,) bemerkt hat. Der Bouillon erleidet in dieſem Falle eine Veränderung, durch die er in den Zuſtand der zuckerigen Extracte kömmt, und man kann keinen Gallert mehr daraus machen. Bei einem ſolchen Verſuche hatte ſich eine auſserordentliche Menge Luft entbunden, die zwiſchen der Flüſſigkeit und dem Deckel des Topfs zuſammen gepreſst war. Dieſer hatte einen Sicherungshahn, und in dem Augenblicke, als ich den Hahn, nachdem der Topf erkaltet war, öffnete, drang dieſe Luft mit einem Geziſche heraus, das mich erſchreckte; wahrſcheinlich war es Stickgas.

Es bedarf mehr nichts, als daſs man, nach Changeux's Vorſchlage, die Knochen zermalme und in ein Knochenmehl verwandle. Aller Gallert wird indeſs auch dann nicht durch das Sieden ihnen entzogen. In dieſem, wie in andern Fällen, ſcheint die Verwandtſchaft zuzunehmen, indem die Menge der einen Subſtanz abnimmt.

Dieſe groſse Verwandtſchaft trägt wahrſcheinlich eben ſo viel, als die Iſolirung der Theile, zu der erſtaunlichen Dauer der thieriſchen Materie in den Knochenverſteinerungen bei.

Wer ſollte glauben, daſs die verſteinerten Knochen zu Teruel, die vor vielen Jahrhunderten in

der Erde verſchüttet ſeyn müſſen, da ſie unter einem 15 bis 20 Fuſs mächtigen Bruchſteine liegen, der nur zu der Zeit, als die ganze Provinz mit ihren jetzigen aufgeſchwemmten Lagern überdeckt wurde, entſtanden ſeyn kann: wer ſollte glauben, daſs dieſe Knochen am Feuer ſchwarz werden, nach Horn riechen, und Ammoniak geben?

So wirkſam auch die Pulverung ſeyn mag, ſo übertrifft ſie doch der papinianiſche Topf, denn das Pulver der gekochten Knochen läſst ſich nicht zwiſchen den Fingern zermalmen, wie Knochen, die man aus dem Topfe nimmt. Durch dieſen erhält man mehr Gallert, als durch das Kochen des Knochenmehls; davon haben mich mehrere Verſuche überzeugt. Noch andere Thatſachen beweiſen, daſs der Gebrauch deſſelben dem Kochen der gepulverten Knochen vorzuziehen iſt. Im Topfe ſcheidet ſich das Fett völlig von den Knochen; aber in der Brühe von gepulverten Knochen findet man nur einen Theil deſſelben; noch dazu iſt es durch die Vermiſchung mit erdigen Theilen ſo verdorben, daſs man es nicht reinigen kann, ohne es zu ſchmelzen. Das übrige Fett bildet mit dem Knochenpulver eine Materie, der zu Pflaſtern üblichen ähnlich, und dieſe vergröſsert ſich, ſo wie ſich die gallertartigen Theile davon trennen.

Ich habe indeſs ein Mittel gefunden, dieſen Verluſt zu vermeiden, und mich zugleich überzeugt, daſs man aus den Knochen *Talg* in einer Menge er-

halten kann, welcher alle meine Erwartungen weit übertraf.

Der gröfste Theil der Knochen, die ich zu meinen Verſuchen nahm, war aus der Küche der Artillerieſchule; ſie wurden, ehe man ſie in den Topf that, in 4 oder 5 Stücke zerſpalten, wie es allenthalben gebräuchlich iſt. Die Rippen und Schulterknochen geben ein trockenes Pulver, weil ſie kein Mark enthalten; aber die Hüften- und Gelenkknochen ſind ſo damit überladen, daſs ſie beim Zerſtampfen unter dem Stöſsel zum Teige werden. Aus dieſen verſchiedenen, teig- und pulverartigen Maſſen erhielt ich die oft erwähnten Gallerte. Da ich bemerkte, daſs die Menge des Fettes, welches auf dem Bouillon ſchwamm, der nicht entſprach, welche ſich in dieſem Teige befand, und daſs das Knochenpulver am Boden des Topfes ſehr fettig blieb, ſo fiel ich darauf, die Knochen zuvor einer andern Operation zu unterwerfen, und ſie gab folgendes Reſultat.

Ich lieſs mit dem Beile 16 Pfund *Hüftenknochen*, die man aus den Küchen geworfen hatte, zu Stücken von einem Zoll zerhacken, ſie in einen Keſſel mit ſiedendem Waſſer werfen, und darin ungefähr eine Viertelſtunde lang kochen. Alles Fett, welches aus den Knochenzellen keinen Ausgang gefunden hatte, ſchwamm nun auf der Brühe, und, wer ſollte es glauben? ich erhielt von dieſen Knochen, die man aufs Kehricht wirft, eine Talgſcheibe von 2 Pfund, alſo von einem Achttheile ihres

Ge-

Gewichts. — Ich machte denſelben Verſuch mit 16 Pfund *Gelenkknochen*, die man auf dem Kehricht geſammelt hatte, und ſie gaben mir eine ſchöne Fettſcheibe von 4 Pfund, vom angenehmſten Geruche. — Wenn man alſo auch aus dem Knochengallert ſich nichts machte, welchen Gewinn gäben nicht ſchon 25 Pfund Fett für 100 Pfund Knochen! Und dieſes Fett iſt kein Talg. Wird es oben vom Topfe genommen, ſo kann man es mit der Brühe vermiſchen, Gemüſe und Ragouts damit kochen, es den Soldaten austheilen, und, wenn man will, es verkaufen, um die Koſten der Pulverung zu beſtreiten.

Läſst man es einige Zeit der Luft ausgeſetzt, ſo wird es conſiſtent, und verwandelt ſich in Talg, welcher zum Lichtziehen tauglich iſt.

Hat man das Fett durch ein einziges Kochen heraus gezogen, ſo kann man die Knochen nach dem Trocknen zermalmen laſſen, und dann beſteht die ganze Kunſt, den Gallert heraus zu ziehen, bloſs darin, daſs man 10 Pf. Knochenmehl mit 80 oder 100 Pf. Waſſer, 4 St. lang in einem verzinnten kupfernen Topfe, der mit einem wohl ſchlieſsenden gedrängt gehenden Deckel verſehen iſt, kochen läſst, und mit dem Kochen inne hält, wenn die Brühe bis auf 50 oder 52 Pfund eingekocht iſt, ſind es nämlich Hüftenknochen, oder bis auf 44 Pfund, wenn es Rippen, Rückgrath und andere Knochen ſind, damit das angegebene Verhältniſs von einer Unze trockenen Gallerts zu 31 Unzen Waſſer Statt finde.

Dieſer Bouillon, der im Sommer flüſſig iſt, wird im Winter von ſelbſt feſt. Wollte man ihn im Sommer als Gelee austheilen, ſo müſste man ihn nur ein wenig mehr einkochen laſſen. Man muſs ihn im Topfe laſſen, bis er erkaltet iſt, damit das Pulver Zeit habe, ſich zu ſetzen. Will man Gallerttafeln machen, ſo läſst man die Brühe ſtärker, als bis zur Syrupsdicke einkochen, gieſst ihn dann in flache irdene oder zinnerne Schüſſeln, um aus jeder den Gallert als ein Stück heraus nehmen zu können, zerſchneidet ihn in Tafeln, und läſst ihn darauf in Netze trocknen. Dieſes iſt der Gallert, den ich mit dem Fleiſch-Gelee verbinden möchte, um wahre Bouillontafeln zu machen. Jener würde dieſem die Conſiſtenz geben, die ihm mangelt, und die zur Dauer und zum Transport nöthig iſt. Auſser unſern Kichererbſen, die einen mehligen, ſüſsen und leicht zu trocknenden Extract geben, ſind wenig Pflanzen zur Würze des Bouillons brauchbar, weil ſie gröſsten Theils ſehr ſimple Extracte geben, die Feuchtigkeit an ſich ziehn, wie Kohl und Rüben, mit denen ich es verſucht habe.

Man darf den Bouillon ja nicht in kupfernen Gefäſsen aufbewahren, denn nichts greift ſie ſchneller an als thieriſche Flüſſigkeiten.

Das Pulvern der Knochen würde, wie man leicht einſieht, am beſten auf Mühlen zu bewerkſtelligen ſeyn: denn wollte jeder in ſeinem Hauſe Knochen mahlen, ſo würden die Bouillons eben ſo verſchieden ausfallen, als das Brod, wenn jeder ſein Korn ſelbſt mahlen müſste.

Anhang über den wirklichen Werth der Knochen aus den Fleiſcherbänken.

Man beklagt ſich zwar wohl, wenn man auf 3 oder 4 Pfund Fleiſch 1 Pfund Knochen vom Fleiſcher als Zulage nehmen muſs, läſst ſich aber gewöhnlich damit tröſten, daſs wenigſtens die Brühe darnach beſſer werde. Ob man damit zufrieden ſeyn könne, dies habe ich unterſuchen wollen; denn, ob es gleich für den Reichen gleichgültig iſt, muſs doch dem Armen ſehr daran gelegen ſeyn, dieſes zu wiſſen.

Das gekochte Fleiſch macht auch für ſich eine Speiſe aus; die Knochen kann man nur auf Bouillon benutzen, und dann wirft man ſie weg. Enthielte daher ein Pfund Knochen gerade ſo viel Gallert, als ein Pfund Fleiſch, ſo würde der wirkliche Werth deſſelben dem Werthe der Brühe von einem Pfunde Fleiſch gleich ſeyn, und nicht mehr.

Es kömmt folglich hierbei auf den Werth des Fleiſch-Bouillons im Vergleiche mit dem des Fleiſches an.

Geſetzt, ein Pfund Fleiſch habe ein Pfund Brühe gegeben, und man laſſe einem Armen die Wahl, ob er das Fleiſch oder die Brühe nehmen wolle. Gewiſs würde er das Fleiſch nehmen, und ſelbſt, wenn man ihm ſtatt der Brühe die Hälfte des Fleiſches anbietet, greift er nach dem letztern. Legte man nur ein Viertel des Fleiſches neben den Bouillon, ſo dürfte er unentſchloſſen werden: für ſich allein möchte er wohl auch das Viertelpfund Fleiſch wählen; hat er aber Kinder, ſo zieht er gewiſs die

Brühe vor, weil er damit seiner Familie eine Suppe bereiten kann.

Nach dieser natürlichen Voraussetzung kann man, denk' ich, annehmen, dafs der Bouillon von einem Pfunde Fleisch so viel werth ist, als ein Viertel von diesem Fleische; alle, die ich hierüber befragte, stimmten dieser Meinung bei. Nun aber erhält man bei der gewöhnlichen Art, zu kochen, von solchem Bouillon, wovon 1 Pfund frischen Fleisches 1 Pfund giebt. Und da alle Knochen durch einander in den Topf kommen, können wir als Mittel 4 Unzen solchen Bouillons auf das Pfund rechnen. Bei dieser Benutzung der Knochen ist folglich die Brühe von 1 Pfunde Knochen nur $\frac{1}{4}$ so viel werth, als die von 1 Pfunde Fleisch, und folglich, unsrer vorigen Schätzung gemäfs, nur $\frac{1}{16}$ so viel als das Fleisch. Gölte also das Pfund Fleisch 4 Groschen, so würde die Brühe von diesem Fleische 1 Gr. und die Brühe von einem Pf. Knochen nur 3 Pfennige, oder nur den 16ten Theil des Fleisches werth seyn.

von 1 Pfunde	Unzen Bouillon
Schenkelknochen	1
Gelenkknochen	$2\frac{1}{2}$
Hüftknochen	$7\frac{1}{2}$
Rippen u. Wirbel	$5\frac{1}{2}$

Wenn man dem Armen mit drei Pfund Fleisch ein Pfund Knochen giebt, so erhält er wirklich nur 2 Pf. für 12 Groschen, oder für 11 Gr. 9 Pf., wenn man für das Pfund Knochen die 3 Pfennige abrechnet, die sie ihm in seiner Suppe wirklich werth sind. Und genau betrachtet, giebt ihm sein Pfund Knochen nicht einmahl für einen Dreier Brühe. Denn

um von den Knochen zu erhalten, was ſie geben können, müſsten ſie allein gekocht werden, weil das Fleiſch ſchnell das Wäſſer ſättigt, und alſo ſeine Wirkung auf die Knochen gerade ſo vermindert, wie bei Decocten aus Pflanzen von ungleicher Auflösbarkeit. *) Zudem bekommt der Arme ſelten von den groſsen Lendenknochen, die am meiſten Mark und Gallert enthalten. Was bleibt ihm alſo als wahrer Werth der Zulage von einem Pfunde Knochen? Ein Dreier, oder gar nichts.

Es wäre ein Geſchäft, das die Aufmerkſamkeit einer Akademie verdiente, eine Einrichtung der Schlächtereien zu erfinden, die weniger drückend für den Armen wäre. Ich glaube immer, es iſt eben ſo wenig recht, ein Pfund Knochen für ein Pfund Fleiſch zu verkaufen, als es erlaubt ſeyn würde, mit einem vierpfündigen Brode ein Pfund Stroh als Beilage zu geben, unter dem Vorwande, daſs eins mit dem andern wächſt.

*) Aus 15 Pfund Fleiſch und 5 Pfund Knochen erhielt ich genau 1 Pfund Extract, der unfähig war, zu Gallerttafeln eingetrocknet zu werden. Das Fleiſch nach dem Trocknen wog nur noch 10 Pfund, die Knochen hatten nichts an Gewicht verloren. Der ſilberne Napf, worin man den Bouillon abgeraucht hatte, wurde eben ſo ſtark von Schwefel geſchwärzt, als wenn Milch oder Urin darin wäre abgedampft worden. Wie auſserordentlich verſchieden der Gehalt des Fleiſches an Extract oder Gallert iſt, erhellt aus meinen weiter oben angeführten Verſuchen. *Pr.*

Nachtrag
zu den vorigen Unterſuchungen über den Knochen-Bouillon;

vom,

Profeſſor Brous't.

Aus einem Schreiben an den Herausgeber des *Journal de Phyſique.* *)

Erlauben Sie, mein Herr, daſs ich an Sie die Beſchwerden richte, die ich genöthigt bin über den Herrn Cadet de Vaux, Verfaſſer des Schriftchens über den Knochengallert, zu meinem nicht geringen Erſtaunen und Miſsvergnügen, zu führen. Herr Cadet iſt zu dem Alter gelangt, in welchem eine vernünftige Ehrbegierde nur nach verdientem Ruhme zu ſtreben pflegt; warum zwingt er mich, ihn vor das Tribunal des Publicums zu fordern?

Das, was ich vor ihm über den Knochengallert bekannt gemacht habe, liegt vor den Augen aller Leſer Ihres phyſikaliſchen Journals. Ich will alſo, um zu beweiſen, daſs ich an meinem Eigenthume verletzt bin, hier nur die Stellen aus der Schrift des Herrn Cadet anführen, die zeigen, wie er ſich fremdes Eigenthum anmaſst, und mich, wer ſollte es glauben, zwingen, meine Rechte gegen ſeine Hunde zu behaupten.

„Ich habe nichts", ſagt er, „zu den Verſuchen und Entdeckungen meiner Vorarbeiter hinzu gethan, als das Pulvern der Knochen: — das ein-

*) Zuſammen gezogen aus dem *Journ. de Phyſ.*, t. 59, p. 114. *d. H.*

zig mögliche Mittel,' ihnen den ernährenden Stoff ohne Mühe zu entziehen. Dieſe Idee des Pulverns verdanke ich den Hunden; *ſie* haben mir das Mittel gezeigt, den Gallert von den Knochen zu ſondern, denn man muſs geſtehen, daſs die Hunde die erſten Meiſter im Zermalmen ſind."

„Der Hund iſt es, der meine Meinung über die ernährende Eigenſchaft der Knochen beſtätigt hat; der Naturtrieb dieſes Thiers hatte mir das Geheimniſs der Natur entſchleiert; derſelbe Inſtinct muſste auch meine Verſuche leiten. Der Hund zermalmt, befeuchtet, zertheilt die Knochen; laſst uns auch die Knochen zermalmen, befeuchten, zertheilen."

„Das Pulvern iſt das Mittel, deſſen ich mich dazu bediene; aber dem Inſtinct des Hundes verdanke ich dieſe Idee; dem Hunde habe ich mit Beſcheidenheit die Auflöſung des Problems abgelauſcht, die der Gegenſtand meiner Arbeit iſt; nämlich die ernährende Kraft der Knochen und das Pulvern derſelben."

„Jedem ſein Recht, von Papin's Genie an, bis auf den Naturtrieb des Hundes; mein Verdienſt beſchränkt ſich auf die Beobachtung und die Einfachheit der Mittel."

„Um mich von der ernährenden Eigenſchaft der Knochen zu überzeugen, lieſs ich meinen Hofhunden ihre Suppe zubereiten, und neben dem Troge einen Korb voll Knochen auffchütten; dieſe zogen ſie der Suppe vor. Ich kam wieder nach Paris, überzeugt, daſs von der Zertheilung der Knochen,

das Gelingen des Gallertausziehens abhinge: der Verſuch war ſchon gemacht, ich durfte nur ſtatt des Hundezahns eine Mörſerkeule nehmen.“

„Papin wollte aus dem Knochen-Gelee ein brauchbares Nahrungsmittel ſchaffen; durch mich iſt dieſer Wunſch in Erfüllung gegangen: das Werk des Genie's iſt durch ein tiefes Gefühl der Menſchlichkeit vollendet worden. Papin fiel nicht darauf, die Knochen zu pulvern; er wollte den gordiſchen Knoten auflöſen, ſtatt ihn zu zerhauen.“

„Die Gelehrten, die Menſchlichkeit, ſeufzten, dieſe Mine von Nahrungsſtoff nicht betreiben zu können. Noch einen Schritt, und ſie waren am Ziele; es fehlte nur noch an den Idee, die Knochen zu pulvern. Dieſes Problem iſt nun aufgelöſt. Etwas machen aus Nichts, iſt das Bild der Schöpfung; nie hat man der Oekonomie ein ähnliches Geſchenk gemacht.“

„Als in mir die Idee *entſtand*, die Knochen zur Verbeſſerung des Unterhalts der Soldaten zu gebrauchen, u. ſ. w. Die Geſchichte des Pulverns iſt das Ei des Columbus, u. ſ. w., u. ſ. w.“

Man ſieht nur zu deutlich in dieſen Stellen, daſs Herr Cadet die Idee, den Unterhalt des Soldaten zu verbeſſern, ohne Bedenken ſich zueignet; auch in Rückſicht auf die Mittel, dieſes zu bewerkſtelligen, *das Werk des Genies zu vollenden*, *das Problem des Pulverns aufzulöſen*, iſt er den Männern, die ihm voran gegangen ſind, nichts ſchuldig; den Hunden verſichert er ſeine Ideen über dieſen Punkt

ausschliefslich zu verdanken; sie sind ihr Eigenthum, das er in jeder Zeile vertheidigt; und daran thut er recht, denn die Hunde haben ihm ja *das Geheimniſs der Natur entſchleiert*; ſie allein haben ihn gelehrt, *aus Nichts Etwas zu machen, — ein Bild der Schöpfung*, wie er treffend bemerkt. O Menſchheit, wie vielen Dank bist du ſo gelehrten Thieren nicht ſchuldig!

Gewiſs, wenn die Hunde ſchreiben könnten, hätten ſie ſchon längſt ihr erſtes Recht an der *Erfindung des Knochenzermalmens* in unſern Journalen darthun müſſen: aber da ſie dieſen Punkt ihres Ruhms vernachläſſigt, auch Herrn Cadet kein Zeugniſs über den Unterricht, den er ihnen verdankt, ausgeſtellt haben; ſo wird es erlaubt ſeyn, uns in ſeiner Schrift nach andern Quellen umzuſehen, aus denen er ſeine ernährenden Entdeckungen eben ſo gut hätte ſchöpfen können. Er ſagt:

„Ich hatte noch nichts über dieſen Gegenſtand geſchrieben, und hielt es für gerathen, Prouſt's Aufſatz nicht zu leſen, bis ich mit meinen Verſuchen fertig, und mit ihren Reſultaten ins Reine gekommen ſeyn würde; der Einfluſs fremder Ideen feſſelt und lähmt unſre Gedanken, beſonders wenn ein berühmter Name ſeine Wirkſamkeit noch verſtärkt. Ich hätte dann wahrſcheinlich meine Arbeit eher aufgegeben, und die Oekonomie hätte dabei verloren, da ich den Gegenſtand aus einem andern Geſichtspunkte betrachtet habe.“

Das wird sich zeigen; ich frage Herrn Cadet auf sein Gewissen. Gesetzt, Vauquelin hätte, während Klaproth's Aufsatz über das rothgültige Erz auf seinem Pulte lag, zu dem Publicum in Europa sagen wollen: Ich hatte noch nichts über das rothgültige Erz geschrieben; ich wollte darüber schreiben; und da der Einfluss fremder Ideen unsre Gedanken fesselt und lähmt, erlaubte ich mir nicht, jenen Aufsatz zu lesen, bis ich den meinigen würde bekannt gemacht haben, weil die Wissenschaft dabei hätte verlieren können. Sagen Sie mir, Herr Cadet, was würde ganz Europa von Vauquelin's Achtung für fremdes Eigenthum gedacht haben? — — Wissen, dass jemand mit uns dieselbe Laufbahn betreten, und über denselben Gegenstand geschrieben hat, sogar seine Schrift bei der Hand haben, — und doch nicht gestehen wollen, dass wir ihm etwas verdanken!

Es ist kindisch und tadelnswerth, wenn man vorgiebt, man habe die Arbeit eines andern über denselben Gegenstand nicht benutzen wollen: denn erstlich reinigt uns diese Versicherung nicht vom Verdachte des Plagiats; und zweitens ist es unsre Pflicht, vor allen Dingen unter diesen Umständen von den Arbeiten anderer Notiz zu nehmen. Doch, was hindert mich, es gerade heraus zu sagen: Herr Cadet fällt auf den Gedanken, den Unterhalt des Soldaten zu verbessern, schmeichelt sich, zu den Resultaten vorher gegangener Versuche von andern die Erfindung des Knochenpulvers, *diesen gordi-*

ſchen Knoten, den niemand vor ihm auflöſen könnte, dieſes allen andern unbekannte Land, *dieſes Eides* Columbus, hinzu zu fügen; und gerade dient ihm vielleicht ein Theil des *Journ. de Phyſ.* beim Schreiben zur Unterlage, worin ſich eine Abhandlung von mir unter dem Titel findet: *Ueber die Mittel, den Unterhalt des Soldaten zu verbeſſern;* eine Abhandlung, durch welche er erfahren haben würde, daſs das *einzige Mittel, den ernährenden Stoff auszuziehen*, ſchon zehn Jahre vorher bekannt gemacht wurde. Hr. Cadet, der ſich nicht erlaubt, dieſe Abhandlung zu leſen, aus Furcht, ſie möchte *ſeine Einbildungskraft lähmen*, und der aus Neid ſchwach genug iſt, lieber ſeinen Kunden etwas öffentlich verdanken zu wollen, als ſeinen Brüdern, — das iſt wirklich am Horizonte der Humanität ein Phänomen, welches fähig wäre, auch die fertigſten Beifallklatſcher des Herrn Cadet durch Erſtaunen zu lähmen.

„Die Oekonomie", meint Hr. Cadet, „würde verloren haben, da nun der Gegenſtand von ihm aus einem andern Geſichtspunkte betrachtet worden ſey. Prouſt und ich ſtrebten beide nach demſelben Ziele, aber auf verſchiedenem Wege, ich auf dem kürzeſten, einfachſten, der die meiſten ökonomiſchen Gegenſtände umfaſst." „Bouillontafeln ſind das Reſultat von Prouſt's Verſuchen; ich gebe gepulverte Knochen ſtatt der Tafeln. Was will man dieſe Auflöſung verdunſten laſſen, um dem Gallert erſt die Tafelform zu geben, und ihn hernach wieder aufzulöſen?"

Hr. Cadet verſpricht hier ſehr viel, eine kürzere, viel anwendbarere Methode, und dann Pulver ſtatt Tafeln. Ich will zuerſt unſre Methoden vergleichen.

Im Jahre 1790 ſammle ich Knochen, pulvere und koche ſie, und erhalte Bouillon und Fett.

Im Jahre 1800, glaube ich, (denn ſein Buch iſt ohne Jahrszahl,) ſammelt Herr Cadet Knochen, pulvert und kocht ſie, und erhält Bouillon ohne Fett, denn nach ſeinen Vorſchriften geht dieſes gröſsten Theils verloren.

Wo iſt denn hier ſein neuer, kürzerer Weg, wo ſind die Geſichtspunkte, die mehrere Gegenſtände umfaſſen? Welch einen Verluſt würde die öffentliche und Privatökonomie erlitten haben, wenn, zum Unglück der Nationen, Hr. Cadet meine Arbeit durchgeleſen hätte, ehe er die ſeinige ſchrieb?

Ich ſoll Bouillontafeln geben ſtatt des Bouillons, woraus man ſie macht! Wie kann Herr Cadet ſo gegen die Wahrheit reden? Abgeſchmackt wäre es von mir, wenn ich den Spitälern, den Kaſernen und den Armen vorſchlüge, aus Knochen Bouillontafeln, und dann aus dieſen Tafeln Brühe zu bereiten. Was würde man von einem Bäcker ſagen, der aus dem Mehle, womit er ein Spital oder eine Garniſon verſorgen ſollte, ſtatt friſchen Brods Schiffszwieback machte? Der Mann, wird man ſagen, iſt nicht geſcheut; und dieſer Mann, macht Herr Cadet bekannt, ſey Herr Prouſt: wenn wir auf dem feſten Lande leben, was ſoll uns die

Seeprovision? | „*Was mich betrifft, ſo prüfe ich, wie ein anderer Xenophon, Ihre Methode, und verfahre nach der meinigen, wenn ſie mir beſſer ſcheint. . .*“ Sieh nach, Leſer, ob ein Wort in meinem Aufſatze den Sinn hat, den Herr Cadet ihm unterſchiebt. — — Soll man Bouillon? ſoll man Bouillontafeln geben? das ſind zwei Fragen, die Herr Cadet aufwirft. Man nehme ihm dieſe beiden Fragen, und man nimmt ihm alles das Seinige im ganzen Buche, nimmt ihm allen Anlaſs, zu ſchreiben, — blofs zu ſchreiben, um dem Publicum zu ſagen, daſs er *das Werk des Genies vollendete*, indem er, zum Heil der Menſchen, *den Kraft erſetzenden, lebenbeladenen Bouillon* entdeckte, *daſs man von nun an mit der voluminöſen Nahrung, die durch ihren Ballaſt den Magen des Dürftigen beſchwert, die heilſame Subſtanz des Knochens verbinden müſſe, der die Maſſe der öffentlichen Geſundheit vermehren, die Longävität verallgemeinern, die Zufälle der Epizootie, die Plagen der Theurung und des verzehrenden Krieges vermindern wird*, und dergleichen mehr.

„Aber,“ Sie ſagen doch, „man ſoll die Bouillontafeln den Seeleuten geben!“ Freilich; denn wer wird ſich mit Herrn Cadet überzeugen wollen, daſs 5 Pfund Knochenpulver, die zwanzig Stunden durchgekocht werden müſſen, auf der See den Bouillontafeln vorzuziehen ſeyn? Man höre Darcet; denn giebt es in der Schrift des Herrn Cadet eine richtig und genau beſtimmte Thatſache,

ſo gehört ſie ſolchen Männern, die in ihren Arbeiten *jenen Geiz nach chemiſchen Analyſen* zeigen, den Herr Cadet ſtolz verſchmäht. „Ein Pfund ſtark zerſtoſsener und zermalmter Knochen gab 41 Unzen Gelee, nachdem es zwei Mahl 11 Stunden gekocht worden war.“ Das iſt Bouillon, der *unter andern den Vortheil hat, nichts zu koſten!*

Herr Cadet verſpricht uns Brühen, deren Koſten *gleich Null* ſind; er zeigt uns indeſs durch ſeine Berechnungen und den Vortheil, den er vom Fett erwartet, daſs er nicht die geringſte Erfahrung über dieſen Gegenſtand hat. Mit Ausſchluſs der Hüften- und Gelenkknochen, wovon die erſten, wenn ſie vor dem Pulvern zweckmäſsig bearbeitet werden, ein Achtel und die andern ein Viertel Fett geben, erhält man kein Fett von den Knochen; und vernachläſſigt man die von mir empfohlne Methode, ſo iſt dieſes Fett, wie ich gezeigt habe, als ſolches nicht brauchbar. Herr Cadet, der ſich meines Auffatzes nach Gutdünken bemächtigt, und ohne Gnade meine Ideen und Vergleichungen verſtümmelt und zu neuem Gebrauche entſtellt, hat nicht einmahl den Sinn deſſelben verſtanden. Er hat geſehen, daſs ich den Werth meines Bouillons nach der Quantität von Tafeln abmaſs, die er getrocknet giebt, ein Vergleichungspunkt, deſſen ſich ſchon Geoffroy, (er hatte auch ſchon vor 70 Jahren das Glück, *den gordiſchen Knoten des Pulverns zu zerhauen,*) in ſeinen Auffätzen über die Fleiſch- und Knochenarten, in den Jahren 1730

und 32 bediente, und darnach glaubt Hr. Cadet, und will seine Leser glauben machen, dass die Bouillontafeln der einzige Zweck meiner Arbeit waren. So verwechselt er Mittel und Zweck, und lässt mich etwas sagen, das mir nie eingefallen ist.

Herr Changeux, dessen Name an eine Menge nützlicher Schriften im *Journal de Physique* erinnert, ist dem Hrn. Cadet eine unbekannte Person; er suchte mein Citat in den Nationalbibliotheken, da doch ein jeder leicht darauf fallen konnte, dass *Journ. philos.*, [S. 174,] ein Druckfehler ist. Dieser Herr Changeux, dem ich den Vorschlag, die Knochen zu pulvern, zuschreibe, — *eine Idee, die keine Thatsache, keine Erfahrung unterstützte*, wie Herr Cadet de Vaux sagt, — hat indess doch alles gethan, alle Versuche mit dem Knochen-Bouillon gemacht. Hier einige seiner Folgerungen.

„Meiner Theorie zufolge ist es leicht, die Thierknochen in ein vortreffliches Nahrungsmittel zu verwandeln und Brühen davon zu machen, die dem heilsamsten und delicatesten Bouillon von Muskeln und Fleisch nicht nachstehn. Dieser für die Menschheit wichtige Gegenstand verdient eine fortgesetzte Aufmerksamkeit. — — Die Arzeneikunde kann aus diesen Gelee's grossen Nutzen ziehen, — besonders wenn man sie bei Erschöpfungen, Erschlaffungen, u. s. w., als restaurirende Mittel verordnet. — — Wie nützlich wäre es nicht für die Armen, wenn sie die Knochen, die von den Tischen unsrer Plutus fallen, zu ihrem Unterhalte

noch brauchen könnten! Die schon gekochten sind nicht minder der von mir vorgeschlagenen Bearbeitung fähig.“ — Geben wir also dem Hrn. Changeux die Ehre, die ihm gebührt! *Gerade hier ist die Dankbarkeit in ihrem Glanze.*

Folgerungen.

Herr Cadet ist nur der vierte oder fünfte, *der auf den Gedanken gekommen ist, den Unterhalt des Soldaten durch das Pulvern der Knochen zu erleichtern.*

Es ist der Wahrheit nicht gemäfs, dafs der Verf. der Abhandlung, die Herr Cadet, wie er sagt, nicht lesen wollte, zum Gebrauche der Städte Bouillontafeln statt des Bouillons vorgeschlagen habe; höchstens für Seereisen hat er sie empfohlen.

Die *Vortrefflichkeit*, die unzähligen Vortheile, die hohe Vorzüglichkeit, welche Herr Cadet dem Knochen-Bouillon vor der Fleischbrühe, *diesem schwarzen, salzigen, strengen Safte*, beilegt, *der den Mund erhitzt, den Durst reizt, und in aller logischen Hinsicht dem erstern nachsteht*, — das sind Uebertreibungen, die Herr Cadet sich nicht hätte erlauben sollen, und die sich besser auf dem Gerüste eines Marktschreiers ausnehmen würden. Der Knochen-Bouillon hat freilich, als Nahrungsmittel, seinen Werth, aber nur für die Armen, deren erstes Bedürfnifs es ist, den Hunger zu stillen; für den Wohlhabenden und selbst für den Handarbeiter, der noch ein Pfund Fleisch in seinen Topf thun kann,

kann, ist er nicht, denn der Knochen-Bouillon verhält sich zur Fleischbrühe nicht anders, als ein Stück gekochter und gesalzener Kuhlunge zu einem guten Rinderbraten.

Geht Herr Cadet in sich, so wird er gestehen, dass seine Schrift ihn zwar als einen Bürger zeigt, den ein rühmlicher Eifer für die Ausbreitung nützlicher Kenntnisse beseelt, dass sie aber durchaus keine einzige eigne Entdeckung, und selbst nicht die geringste Erweiterung oder Verbesserung fremder Endeckungen enthält, durch die er berechtigt wäre, sich dem Genie Papin's und denen Männern beizugesellen, die Papin's Untersuchungen weiter geführt haben; noch weniger, zu sagen, was er in jeder Zeile wiederhohlt: „Nicht Papin, Geoffroy, Changeux, Darcet, Proust, — nein, *ich* habe diese neue Welt entdeckt."

Ich will also den Herrn Cadet bitten, dass er fortfahre, im Namen der Erfinder der *Verbesserung des Armenunterhalts* die Glückwünsche der gelehrten Gesellschaften, der Generale, der Präfecte, der deutschen Fürsten, u. s. w., anzunehmen, und sie verbindlich zu beantworten, wie bisher geschehen ist: nur sey er so gut, auf das Convolut dieser Correspondenz die Aufschrift zu setzen: *Fremde Angelegenheiten;* sonst möchte die Nachwelt, die alles an seinen Ort zu stellen weiss, auch ihm seinen gebührenden Platz anweisen.

VII.

Des Herrn Drs. VAN MARUM *verbeſſerter papinianiſcher Topf zur Bereitung der Gallerte aus Knochen, und einige Verſuche damit.* *)

Herr Dr. van Marum wählte zu ſeinem verbeſſerten Dampfdigeſtor geſchlagenes Kupfer; er würde ihn, der gröſsern Wohlfeilheit wegen, lieber aus Eiſen haben gieſsen laſſen, hätte er darauf nicht zu lange warten müſſen. Meſſing darf man dazu durchaus nicht nehmen. Der Topf ſelbſt, (*a*, Taf. III, Fig. 4,) hat die Geſtalt einer kleinen Branntweinblaſe, iſt 19 Zoll tief, unten $11\frac{1}{2}$, oben $12\frac{1}{2}$ Zoll weit, und faſst 70 Pfund Waſſer. Das Kupferblech iſt inwendig verzinnt und durchgehends 0,2 Zoll dick; dabei hat der Topf hinreichende Feſtigkeit zu dem Zwecke, für welchen er beſtimmt iſt, nämlich das Fett und den Gallert aus den Knochen auszuziehen, ohne ſie in einen Brei zu verwandeln, (wozu höhere Hitze nöthig iſt, wobei aber der Gallert wegen der eingemengten Erdtheile ungenieſsbar wird.) Den Topf noch dünner zu machen, würde gefährlich ſeyn. Der De-

*) Zuſammen gezogen aus zwei Aufſätzen in der *Algemenen Konſt-en Letterbode*, 1800, No. 364, u. 1801, No. 2, (Voigt's *Magazin*, B. 3, S. 198, 245,) *vom Herausgeber.*

ckel *bb* wird mit 22 Schrauben *c*, *c* .. aufgeſchraubt; und da der Rand des Deckels und des Topfes genau eben geſchliffen ſind, ſo bedarf es nur eines Ringes aus dickem Schreibepapier zwiſchen beiden, damit ſie dampfdicht ſchlieſsen. Der Deckel endigt ſich zu oberſt in einen 3″ weiten und 2″ hohen Cylinder aus Meſſing, und in dieſen wird der kleinere Deckel *f* eingeſchraubt, deſſen eben geſchliffener Rand gleichfalls, wenn ein Ring aus Kartenpapier darunter gelegt wird, dampfdicht anſchlieſst. Damit ein eiſerner Schlüſſel mit viereckiger Oeffnung ſich hinauf ſchieben laſſe, iſt der obere Theil dieſes kleinern Deckels viereckig.

Mitten in dieſem kleinern Deckel befindet ſich das koniſche Sicherungsventil *ii*. Der Kegel deſſelben iſt dampfdicht eingeſchliffen, hat an ſeiner untern Fläche $\frac{5}{8}$ Zoll im Durchmeſſer, und iſt oben mit zwei Stäbchen, (*q*, *q*, Fig. 5,) verſehen, in welche eine Feder von Kupfer *pp* eingenietet iſt. Dieſe Feder geht durch ein Loch des Hebels *Kl*, (Fig. 4,) welcher beſtimmt iſt, den Kegel in die koniſche Oeffnung *ii* mit einer gewiſſen Kraft, aber doch frei herab zu preſſen, zu welchem Ende jenes Loch wenigſtens $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer haben muſs. Der kupferne Arm *m*, in welchem das Charnier des Hebels befindlich iſt, iſt an der einen Seite des meſſingenen Cylinders feſt gelöthet, und an der gegen über ſtehenden eine mit einer Gabel verſehene kupferne Stütze *n*, in welcher der Hebel ruht. Ein hölzerner Pflock, der durch ein Loch dieſer Gabel

$\frac{1}{8}$ Zoll über dem Hebel durchgeſteckt iſt, verhindert den Hebel, ſich höher, als bis dahin, zu lüften. Ans Ende des Hebels wird ein Gewicht von 2 Pfund gehängt; und da die Mitte des Kegels vom Charnier um den ſechsten Theil des Hebels abſteht, ſo übt dieſes auf den Kegel einen Druck von 12 Pfund aus; nach Herrn van Marum's Verſuchen gerade der gehörige Druck für den Knochengallert. *) Früher hatte er dem Topfe einen flachen Deckel gegeben und auf dieſem das Sicherungsventil angebracht, dabei entwich aber zu viel Dampf.

Der Digeſtor hängt in einem eiſernen Ringe *u u*, deſſen horizontaler Rand auf einem tragbaren chemiſchen Ofen ruht, für den er gemacht wurde. Nahe unter dem obern Rande iſt ein eiſerner Bügel

*) Da bei einem Barometerſtande von 28 Zoll die Luft auf 1 rheinl. Quadratzoll Fläche mit einer Kraft von $14\frac{1}{2}$ Pfund drückt, eine Kreisfläche von $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmeſſer aber 0,307 Quadratzoll beträgt, ſo müſſen die Dämpfe gegen das Ventil wenigſtens einen 2,7 Mahl gröſsern Druck als die Atmoſphäre ausüben, ehe ſie es zu öffnen vermögen, ſchon wenn das maſſive Stück des Ventils cylindriſch wäre. Da es koniſch iſt, ſo wird dazu noch ſo viel mehr Kraft erfordert, als nöthig iſt, den Ueberſchuſs des Luftdrucks auf die obere Fläche des Kegels über den auf die untere Fläche zu überwinden, und das würde bei einer Geſtalt, wie ſie Fig. 5 zeigt, (die ich aber nicht für richtig gezeichnet halte,) noch etwas ſehr Bedeutendes ſeyn.

d. H.

s, *s* angebracht, an welchem ſich 2 Henkel oder Handhaben *t*, *t* befinden. Soll der Topf nach vollendetem Kochen ausgeleert werden, ſo hängt man ihn an zwei Federn, (Achſen?) die in Löcher der Handhaben paſſen, zwiſchen zwei Säulen, die auf einem Fuſsgeſtelle ſtehn, hebt den Hebel und den Kegel des Ventils ab, ſchiebt einen mit einem Handgriffe verſehenen Ring aus ſtarkem Eiſendraht auf den untern Theil des Topfes, und kehrt ihn vermittelſt deſſelben um; und in dieſer Lage wird der Topf dadurch erhalten, daſs er ſich gegen eine Querleiſte lehnt, die auf zwei Säulen des Fuſsgeſtelles liegt. Die kleine kupferne Platte *w*, welche durch vier Stiftchen *v*, *v* am Deckel befeſtigt iſt, verhindert, daſs beim Umwenden die Knochen nicht die Oeffnung des Deckels verſtopfen, indeſs zwiſchen ihrem Rande und dem Topfe Raum genug zum Ablaufen der Flüſſigkeiten bleibt.

Dieſer Digeſtor hat zwar noch manche Fehler, die Herr Dr. van Marum bei einem neuen zu vermeiden hoffte; es zeigte ſich aber, daſs er auch ſo ſchon von geſchickten Arbeitern bequem regiert werden konnte. Es kommt vorzüglich darauf an, daſs man das Waſſer nicht zu ſtark erhitze, weil ſonſt zu viel Dampf aus dem Ventile entweicht, und der Verluſt zu groſs wird. So bald etwas Dampf aus dem Ventile bläſt, muſs ſogleich das Feuer gemäſsigt werden; denn dieſes iſt ein Zeichen, daſs der Topf hinreichende Hitze hat.

Herr Dr. van Marum erhielt in dieſem Topfe bei dem erſten Verſuche aus 16 Pfund Rinderknochen, die er zwei Mahl, jedes Mahl zwei Stunden lang, das erſte Mahl mit 42 Pfund Waſſer und 1 Pf. Salz, das zweite Mahl mit 28 Pf. Waſſer und 10 Loth Salz kochen lieſs, das erſte Mahl $2\frac{1}{2}$ Pfund Fett und $38\frac{1}{2}$ Pf. Gallert, das zweite Mahl $23\frac{1}{2}$ Pf. Gallert, welches nach dem Erkalten zwar nicht ſo ſteif als das erſte wurde, aber nicht minder kräftig ſchmeckte. Ein geübter Arbeiter erhielt bei dem zweiten ganz ähnlichen Verſuche aus 16 Pf. Rinderknochen bei ganz mäſsigem Feuer 40 und 26 Pf. Gallert. *)

*) Hr. Geheimerath Hermbſtädt in Berlin erhielt bei einem Verſuche, den er im October 1803 in einem papinianiſchen Topfe von ähnlicher Einrichtung als der van Marum'ſche, mit Knochen eines eben geſchlachteten Ochſen anſtellte, folgende Reſultate. Es kamen in den Topf 20 Pf. Röhren- und Schenkelknochen in mäſsige Stücke zerhackt, und 56 Pf. Fluſswaſſer; nach 1 Stunde gerieth die Maſſe in Kochen und 1½ Stunden wurde ſie darin erhalten. Nach dem Erkalten goſs man die Flüſſigkeit, die einem gewöhnlichen Bouillon glich, und mit flüſſigem gelben Fett bedeckt war, in ſteinerne Geſchirre. Das Fett hatte am andern Tage Farbe und Conſiſtenz einer weichen gelben Butter angenommen, war wohlſchmeckend und wog $2\frac{1}{4}$ Pf.; die Brühe hatte zum ſpec. Gewichte 1,055 und wog 52 Pfund; die Knochen waren ſo mürbe, daſs ſie ſich zwiſchen den Fingern zerdrücken lieſsen. Nach einem zweiten Kochen wiederum mit 52 Pf.

Die Abſicht, warum Hr. Dr. van Marum den Knochengallert bereitete, war, ihn zu einer mög-

Waſſer, gaben ſie noch 8 Loth Fett und 52 Pf. einer weit minder kräftigen Brühe vom ſpec. Gewichte 1,025. Die Knochen waren noch weit mürber als zuvor, hatten eine faſt erdige Beſchaffenheit, und wogen noch naſs 11 Pfund. Sie wurden nun gröblich gepulvert und ein drittes Mahl mit 20 Pfund Waſſer 1½ Stunden lang gekocht: dadurch verwandelten ſie ſich in einen Brei; die Brühe zeigte keine Spur von Fett und nur leichte Spuren von Gallert. Vier Pf. des Knochen-Bouillons in einer flachen Schüſſel bei 80° Wärme völlig ausgetrocknet, lieſsen etwas über 6 Loth eines meiſt durchſichtigen trockenen Gallerts von kräftigem und angenehmen Geſchmack zurück; das würde auf alle 104 Pf. Brühe, 4 Pf. 26 Loth trockenen Gallerts machen. Hr. Hermbſtädt ſchlieſst daraus, daſs 20 Pfund Röhren- und Schenkelknochen eines Ochſen beſtehn aus

11	Pf. erdigen Theilen
2½	— Fett
4 13/16	— trock. Gallerts
1 11/16	— wäſſerig. Theile

Dieſes iſt des Gallerts verhältniſsmäſsig um ein Drittel mehr, als Prouſt ſelbſt aus den Gelenkknochen erhielt, die daran am ergiebigſten waren. Sollte Prouſt ſeinen Gallert mehr eingetrocknet haben? und ſollte der Gallert in den Knochen wirklich mit ſo vielen wäſſerigen Theilen verbunden ſeyn, als es nach dieſen Folgerungen ſcheint? Fourcroy und Vauquelin, welche die Ochſenknochen auf den Gehalt an erdigen Beſtandtheilen unterſuchten, geben den Gallert ſogar auf 0,51, und die erdigen Beſtandtheï-

lichſt kräftigen und nahrhaften Speiſe für Arme, nach Art der Rumford'ſchen Suppen zu benutzen,

le auf 0,49 des ganzen Gewichtes an, (*Ann.*, XV, 482;) Abweichungen, welche vielleicht darauf beruhen, daſs ſie nichts für das Kryſtalliſationswaſſer rechnen, und alles, was nicht erdiges Salz iſt, für Gallert genommen haben, ob es gleich aus Fett, Gallert und Waſſer beſteht.

Nach ähnlichen Verſuchen gaben Herrn Hermbſtädt 52 Pfund Knochen von ſchon gekochten Ochſenköpfen und Füſsen 1¾ Pfund völlig waſſerloſes Fett, ſehr angenehm ſchmeckend, und 9 Pf. 18½ Loth völlig trockenen Gallerts. Ferner 20 Pf. friſcher *Hammelknochen*, (Röhren- und Rippen,) 1¼ Pf. feſten Fettes und 5 Pf. 5 L. trockenen Gallerts, von minder gutem Geſchmacke als der Rindsgallert. Endlich 20 Pf. *Schweineknochen*, 9 L. ſchmierigen Fettes und 4 Pf. trockenen Gallerts; die letztern Knochen waren auch nach zweimahligem Auskochen feſt und mit Fett durchdrungen.

Herr Hermbſtädt fand, daſs die Bouillontafeln vorzüglich gut wurden, wenn er die Brühe vor dem Abdampfen mit etwas gelben Rüben, geröſtetem Brode, Salz und Gewürzen abgekocht hatte. In gut verſchloſſenen Gefäſsen laſſen ſie ſich Jahre lang erhalten. — Von einer Suppe, die Hr. Hermbſtädt aus dem flüſſigen Gallert und Fett, welche er aus 20 Pf. Ochſenknochen erhalten hatte, mit Kartoffeln, gelben Rüben, Graupen und andern Vegetabilien, 2 Thlr. 2 Gr. an Werth, kochen lieſs, erhielt von 156 Armen jeder eine Portion von 2 Pf. 20 Loth. Bei zweimahligem Kochen waren 35 Pf. Holz verbrannt worden. *d. H.*

welches Graf Rumford ſelbſt, wohl nur aus dem Grunde nicht gethan hatte, weil er die Mittel, den Knochengallert zu bereiten, für zu koſtſpielig gehalten haben mochte. Da nach den Rumford'ſchen Verſuchen Gerſtenmehl der nährendſte Pflanzenſtoff iſt, der ſich zur Suppenbereitung benutzen läſst, (3 bis 4 Mahl nährender wie Weizenmehl,) ſo ſetzte Herr Dr. van Marum ſeine Suppe für Arme folgender Maſsen zuſammen, aus

8 Pf. Rindsgallert, von 2 Pf. Knochen mit 2 Unzen Salz gekocht,
8 Pfund Gerſtenbrei aus ½ Pfund Gerſtenmehl, und
8 Pf. Kartoffelbrei aus 6 Pf. gekochten u. zerriebenen Kartoffeln.

Sie wird noch ſchmackhafter, fügt man ihr Zwiebeln und in Knochenfett gebratene und mit etwas Waſſer gekochte Brodſchnitzchen zu, oder zur Abwechſelung gut zerſchnittene Kräuter, Kohl, Rüben, Wurzeln, u. dgl. Man vermiſcht das halbe Pf. Gerſtenmehl mit 2 Pf. kalten Waſſers, gieſst es dann, unter beſtändigem Umrühren, in 6 Pf. kochenden Waſſers, und rührt ſo lange um, bis die Maſſe wohl kocht; dann iſt der Brei fertig. Da 20 Unzen von dieſer Marum'ſchen Suppe für die Perſon nicht hinzureichen ſchienen, ſo räth Hr. Dr. van Marum, die Portion auf 2 Pfund zu erhöhen. Alle, die dieſe Suppe gekoſtet hatten, bezeugten Herrn van Marum einſtimmig, ſie ſey von ſehr gutem Geſchmack. Er berechnet die Koſten einer Portion von 2 Pf. in Haarlem auf höchſtens 7 Deut.

VIII.

FERNERE AUFSCHLÜSSE

über

des Prof. Pacchiani *vermeintliche Entdeckung der Natur der Salzſäure.*

1. *Verſuche zur Prüfung dieſer Entdeckung, angeſtellt in der galvani'ſchen Societät zu Paris,*

von

RIFFAUT,

Adminiſtrator des Pulver- und Salpeterweſens. *)

Die galvani'ſche Societät hatte aus dem Briefe des Hrn. Pacchiani in Piſa an den Auditor Pignotti erſehn, daſs er Salzſäure durch Entziehung von Sauerſtoff aus dem Waſſer erhalten haben will. Sie beſchloſs ſogleich, darüber eine Reihe von Verſuchen zu unternehmen, um eine für die Naturkunde ſo wichtige Sache auf das Reine zu bringen. Ueber die Art und die Folge ſeiner Verſuche hatte Herr Pacchiani in jenem Briefe weiter keinen Aufſchluſs gegeben, als daſs er ſich der galvani'ſchen Säule bedient habe. Die Societät ſuchte ihre Ver-

*) Zuſammen gezogen aus dem *Journal de Phyſ.*, t. 61, p. 281, und den *Annales de Chimie*, (Nov., 1805,) t. 56, p. 162. *d. H.*

ſuche mit derſelben auf eine Art anzuſtellen, welche die Reſultate, wo möglich, gegen alle Einwendungen ſichern ſollte. Zwei dieſer Verſuche haben zu Reſultaten geführt, welche ſie der Aufmerkſamkeit für vorzüglich werth hält. Es ſind folgende:

Erſter Verſuch. Ein 3 Zoll langes Stück einer neuen, 4 Linien weiten Glasröhre wurde am einen Ende vor der Lampe zugeſchmelzt; am andern Ende ſchmelzte man ein in Form einer Entbindungsröhre gekrümmtes Haarröhrchen an, und zog an den Seitenwänden, in gleichem Abſtande vom Haarröhrchen, zwei Spitzen aus, durch die man zwei Stückchen Golddraht von $\frac{1}{4}$ Linie Durchmeſſer und 0,976 Feinheit in das Innere brachte. Beide Drähte gingen, ohne irgend wo ſich oder die Glasröhre zu berühren, bis nahe an das untere Ende der Röhre hinab, und wurden vor der Lampe in den ausgezogenen Spitzen eingeſchmelzt. Man füllte die Röhre ſammt dem Haarröhrchen voll deſtillirten Waſſers, das mit ſalpeterſaurem Silber ſich nicht im mindeſten trübte, und befeſtigte dann den Apparat mit Wachs auf ein Stück Eis, welches auf die Mitte einer horizontalen galvani'ſchen Säule geſetzt wurde. Dieſe Säule beſtand aus 52 Paaren quadratförmiger Platten, jede von 4 Zoll Seite, welche durch Lederſtücke getrennt wurden, die zwiſchen ihnen Zellen bildeten, in denen ſich feiner und ſehr reiner Sand befand, welcher mit Kochſalzwaſſer angefeuchtet war. Das Haarröhr-

chen ging in eine Art pneumatiſcher Wanne unter eine mit Waſſer gefüllte Glocke.

So bald die beiden Golddrähte mit den Enden der Säule in leitende Verbindung geſetzt wurden, erhoben ſich von den Spitzen der Drähte ſehr ſichtliche fadenartige Ströme von Gasblaſen, und zwar in ſehr viel gröſserer Menge von der Spitze des Kupferpols. Dieſe Gasentbindung dauerte ununterbrochen fort vom 27ſten Julius bis zum 11ten Auguſt. Am letztern Tage wurde der Sand in den Zellen aufs neue mit Kochſalzwaſſer begoſſen; die Gasentbindung hielt darauf völlig inne, fing aber ſehr bald wieder an, und das war bei jeder andern Unterbrechung der Fall, ſo bald man die Drähte, welche den Apparat mit den Polen der Säule verbanden, hin und her bewegte. Immer zeigte ſich die Säule um 4 Uhr Nachmittags am wirkſamſten, dann nahm ſie an Wirkſamkeit ab. Am 29ſten Auguſt wurde der Apparat aus einander genommen, nachdem der Verſuch 34 Tage lang gedauert, und die Gasentbindung ſo gut als ununterbrochen dieſe ganze Zeit über gewährt hatte. Ueber die Hälfte des Waſſers war nun verſchwunden, der Ueberreſt hatte indeſs nichts an Klarheit verloren. Die Enden der Golddrähte, da, wo das Gas an ihnen ſich entbunden hatte, waren oxydirt, der Draht vom Zinkende jedoch merklicher als der andere. Während der ganzen Dauer des Verſuchs waren ungefähr 40 Kubikzoll Gas übergegangen.

Man unterſuchte nun die Flüſſigkeit, welche in der Röhre zurück geblieben war. Sie hatte nicht den mindeſten Geſchmack, wirkte weder auf Lackmuſs-, noch auf Fernambuktinctur, und zeigte mit ſalpeterſaurer Silberauflöſung auch nicht die geringſte Trübung. Darauf wurde das übergegangene Gas geprüft. Salpetergas, das ausdrücklich zu dieſem Verſuche entbunden worden war, gab, als man 1 Maafs deſſelben im Fontana'ſchen Eudiometer zu 1 Maafs das Gas ſteigen liefs, eine Abſorption von $\frac{77}{200}$ des Ganzen, und ein zweites Maafs bewirkte darin weiter keine Raumverminderung. Auf dieſelbe Art zu 1 Maafs atmoſphäriſcher Luft hinzu gelaſſen, verminderten ſich beide mit einander um $\frac{55}{200}$ von zwei Maafs. Da nun die atmoſphäriſche Luft 0,22 (?) Sauerſtoffgas enthält, ſo müſste hiernach das Gas der Säule $\frac{77}{55}$.0,22, das iſt, nicht ganz zu 0,31, aus Sauerſtoffgas beſtehen. Es wurde die Bemerkung gemacht, da man beide Gasarten, eine nach der andern, habe in die Röhre ſteigen laſſen, ſo wäre es möglich, daſs beide ſich nicht völlig durchdrungen und vollſtändig verſchluckt hätten. Man wiederhohlte daher dieſe Verſuche mit der Abänderung, daſs man beide Maafs Gas erſt in eine Glocke ſteigen, und darin ſich verſchlucken liefs, und dann erſt ſie in die Maafsröhre brachte. Nun gab das Gas der Säule eine Abſorption von $\frac{92}{200}$ und die atmoſphäriſche Luft von $\frac{68}{200}$ des Ganzen; und dies zeigt alſo 0,30 Sauerſtoffgas im Gas der Säule an. — Endlich wurden hinter einander 1, 2, 3, 4 Maafs

vom Gas der Säule im voltaiſchen Eudiometer detonirt; jedes Mahl erfolgte eine Abſorption, welche einen Gehalt des Gas von ungefähr 0,30 an Sauerſtoffgas anzeigte.

Zweiter Verſuch. In eine *V*-förmig gebogene Glasröhre wurden 38 Grains deſtillirten Waſſers gethan, und darin zwei Stück Golddraht, wie man ihn zu Kauf findet, [vergoldeter Silberdraht,] jedes $\frac{1}{10}$ Linie dick, befeſtigt, ſo daſs ihre Spitzen um $2\frac{1}{2}$ Linie von einander entfernt blieben. Wir ſetzten dieſe Röhre auf eine horizontale Säule aus 50 Paar quadratförmigen Platten, von 3 Zoll Seite, deren Zellen mit feinem Sande gefüllt waren, und mit Fluſswaſſer, dem wir $\frac{1}{60}$ Salpeterſäure beimiſchten, begoſſen wurden. Die Säule blieb in Wirkſamkeit vom 17ten Julius bis zum 28ſten Aug., und zeigte noch am letzten Tage, an dem von einem Mitgliede der Societät verbeſſerten Maréchaux'ſchen Mikro-Electrometer eine Spannung von 840°. Noch am erſten Tage nach geſchloſſener Kette nahm das Waſſer an der Kupferſeite einen röthlich-braunen Teint an, und der Golddraht des Kupferendes bezog ſich mit einer Lage dunkelbraunen Goldoxyds; der Golddraht des Zinkendes nahm dieſe Farbe nicht an. Allmählig wurde das Gold aufgelöſt, und präcipitirte ſich, zugleich mit einem Antheile Silber; durch eine Loupe betrachtet, zeigte ſich der Niederſchlag faſt in der ganzen Länge der Röhre in nadelförmigen Kryſtallen. Der Draht der Zinkſeite hatte ſeinen ganzen Ueberzug von Gold verlo-

ren, und man ſah hier nur noch einen Silberdraht von höchſter Dünne. An beiden Spitzen hatte ſich nur äuſserſt wenig Gas entbunden. Das Waſſer hatte ſich nicht um $\frac{1}{2}$ vermindert, und zeigte mit verſchiedenen Reagentien geprüft, keine Spur von Säure; nur hatte es einen metalliſchen Geſchmack.

Bringt man den Sauerſtoff mit in Anſchlag, welcher im erſten Verſuche zu der geringen Oxydirung des Golddrahts verwendet wurde, ſo laſſe ſich, glaubt die galvani'ſche Societät, der Gehalt des Gas der Säule an Sauerſtoffgas auf 0,31 ſchätzen. Da dieſes nun ſehr nahe daſſelbe Verhältniſs iſt, worin das Sauerſtoffgas bei der Bildung von Waſſer mit eintritt, ſo glaubt die Societät, aus dieſem Verſuche ſchlieſsen zu dürfen, daſs die *einzige* Wirkung der galvani'ſchen Säule auf das Waſſer, während der ganzen Dauer des Verſuchs, darin beſtanden habe, einen Theil des angewendeten Waſſers zu zerſetzen, und das Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas, aus denen es beſtand, in ihrer urſprünglichen Reinheit zu trennen.

Die Societät iſt daher der Meinung, daſs Herr Pacchiani *ſich getäuſcht habe*, was die Säure betrifft, die er erhalten zu haben behauptet, oder daſs dieſe Säure von einer thieriſchen oder vegetabiliſchen Materie herrühre, deren er ſich vielleicht in ſeinem Apparate bedient hat. Und ſie nimmt keinen Anſtand, zu erklären, daſs ſie es für unmöglich hält, mit dem Apparate, den ſie als den einfachſten und vor fremden Einwirkungen am mei-

ſten ſichernden gewählt hat, irgend etwas anderes durch die galvani'ſche Säule zu bewirken, als mehr oder weniger von dem Waſſer zu zerſetzen, das man dem Verſuche unterwirft.

---

2. *Aus einem Briefe der Herren* P. Cioni *und* P. Petrini *an den Profeſſor* Pacchiani *in Piſa.*

Piſtoja den 4ten Sept. 1805. *)

— — Als der Prof. Simon die Wirkung des poſitiven Pols der electriſchen Säule unter Waſſer iſolirte, und zum Reſultate der Analyſe Sauerſtoffgas und eine Säure erhielt; als er an dieſer Säure alle Charaktere der Salzſäure wahrnahm, vermuthete er, ſie könne durch die Muskelfaſer erzeugt ſeyn, deren er ſich ſtatt des mit dem negativen Pole der Säule communicirenden Drahts bedient hatte, und er ging nicht ſo weit, zu denken, daſs er zu einem neuen, intereſſanten Reſultate gelangt ſey, welches mit den lichtvolleſten Thatſachen der pneumatiſchen

*) Eine franzöſiſche Ueberſetzung dieſes Briefs ſteht in den *Annales de Chimie*, t. 56, (Dec. 1803,) p. 269. Der Leſer wird an dem folgenden, ſo weit es möglich war, wörtlich überſetzten Bruchſtücke deſſelben genug haben. Je miſslicher es mit einer Entdeckung ausſieht, deſto mehr bedarf ſie es freilich, daſs man ſie geltend zu machen wiſſe; eine Kunſt, welche man auch in Italien recht wohl zu verſtehen ſcheint. *d. H.*

matiſchen Chemie ſo gut überein ſtimme. *) Bewundert man auf der einen Seite Geiſter, welche beinahe dahin gekommen ſind, die Kette zu erreichen, die beſtimmt iſt, Wahrheiten zu verknüpfen, welche eine aus ſchon bekannten Thatſachen entſpringende Reihe bilden; ſo iſt man auf der andern Seite noch mehr verwundert, zu ſehen, daſs ſie plötzlich ſtehen bleiben, und ſich eine Entdeckung entgehen laſſen, die ſie im Begriffe waren zu ergreifen.

Ihnen war es vorbehalten, hochgeehrteſter Freund, dieſe Thatſachen zu befragen, und ihre Sprache zu verſtehen. Eine iſolirte Maſſe Waſſer, welche unmittelbar oder durch Vermittelung eines Leiters zweiter Klaſſe mit dem negativen Pole der Säule verbunden iſt, konnte nur Sauerſtoff verlieren; Sie nehmen dieſen Verſuch wieder auf, der unter Ihren Händen das Verdienſt der Neuheit erlangt, weil noch kein Phyſiker ihn aus dem wahren Geſichtspunkte betrachtet hatte; und Sie ſtellen die neue und wichtige Wahrheit auf, daſs der Waſſerſtoff verſchiedener Grade von Oxygenation fähig iſt. Indem Sie von dieſer Thatſache ausgingen, hat der

*) Hr. Prof. Simon in Berlin, jetzt geheimer Oberbaurath, hatte ſeine ſcharfſinnigen und wichtigen Verſuche in dieſen *Annalen*, VIII, 36, und IX, 385, bekannt gemacht. Möge der Dienſt dieſen ſo vorzüglich geſchickten und glücklichen, und vormahls ſo eifrigen Experimentator, der Wiſſenſchaft nicht ganz entziehen! *d. H.*

Kreis Ihrer Verſuche den Gang der Analyſen vorgezeichnet. Die Entdeckung der Natur der Salzſäure muſste mit der der verſchiedenen Oxygenationsgrade des Waſſerſtoffs zuſammen fallen.

Nach dem, was einer der berühmteſten Chemiker Europa's über die Phänomene der Verbindung mit dem Sauerſtoffe ſagt, darf man ſich nicht mehr wundern, in Ihren Verſuchen den Waſſerſtoff dadurch, daſs er einen Theil des ihn ſättigenden Sauerſtoffs fahren läſst, in den Zuſtand einer Säure übergehen zu ſehen. *) Wir können nicht umhin, und hierin huldigen wir der Wahrheit, Ihren Ideen über die Zerlegung des Waſſers vermittelſt des Electromotors völlig beizutreten; ſie ſcheinen uns zu genau mit den lichtvollen Grundſätzen der chemiſchen Statik zuſammen zu ſtimmen, als daſs man auch nur einen Augenblick an ihnen zweifeln könnte. — —

---

*) Die Verfaſſer ſetzen hierbei eine Stelle aus Berthollet's bekanntem Werke her, wo geſagt wird, daſs, da keine andere Subſtanz ſo viel Sauerſtoff mit ſich zu vereinigen vermöge, als der Waſſerſtoff, und dieſer den Sauerſtoff völlig neutraliſire, es nicht auf die Menge des Sauerſtoffs ankommen könne, womit ſich ein verbrennlicher Körper verbindet, ob er zur Säure werde. *(Ces faits prouvent que la propriété acide, qui conſiſte à ſaturer des quantités déterminées d'alcali, n'eſt point proportionelle à la quantité d'oxigène qui ſe combine avec une baſe; mais que plus il ſe trouve condenſé, plus forte*

3. *Dritter Brief des Prof.* Paschiani *an* Fabroni, *Director des Muſeums zu Florenz.*

Piſa den 9ten Julius 1805.

Die ſo abweichenden und ſo mannigfaltigen Wege, welche von den berühmteſten Phyſikern eingeſchlagen wurden, um die Waſſerzerſetzungsverſuche an der voltaiſchen Säule zu erklären, und die dabei obwaltenden Schwierigkeiten zu heben, zeigen deutlich genug, theuerſter Kollege und Freund, daſs man bis jetzt in dieſer Sache von Grundſätzen ausging, die bei weitem nicht ein unmittelbares Reſultat von treu beobachteten Thatſachen waren, die man, abgeſehen von jeder vorgefaſsten Meinung, in die Sprache der Wiſſenſchaft übergetragen hätte.

Hypotheſen, wenn ſie nach einer richtigen Analogie entſtanden ſind, und den Geiſt des philoſophiſchen Beobachters nicht aus der ruhigen Faſſung bringen, ſind allerdings ſehr ſchätzbare Hülfsmittel bei der ſchwierigen Forſchung nach Wahr-

par conſéquent, eſt l'action qu'il éprouve, moins il donne d'acidité à quantité égale, parceque la propriété acide qu'il communique par ſon affinité qui reſte libre, ſe trouve diminuée en raiſon de cette action.) Was Berthollet hier offenbar in Beziehung auf *verſchiedene* verbrennliche Körper bemerkt, das verſtehn die Verfaſſer von Verbindungen des Sauerſtoffs mit einem und demſelben verbrennlichen Körper, und ſo, meinen ſie denn, ſtimme es ganz mit Berthollet überein, daſs, indem dem Waſſer Sauerſtoff entzogen werde, der Waſſerſtoff zur Säure werden könne! *d. H.*

heit. So bald sie aber mit ausgezeichneter Vorliebe gehegt werden, so bald sie voreilig für unumstöfsliche und ausschliefsend herrschende Principien gehalten werden, sind sie weit entfernt, den Gang der Untersuchungen zu befördern; sie lähmen vielmehr den Geist so, dafs ihm die Aufflüge, ohne welche erhabene und reichhaltige Wahrheiten nicht erreicht werden können, unmöglich werden.

In meinem zweiten Briefe an Sie *) habe ich mich deutlich genug über die Mittel erklärt, die ich anwende, um den Resultaten, die mein Schreiben an Hrn. Auditor Lorenzo Pignotti **) ankündigte, zur möglichsten Allgemeinheit zu erheben. Ich bewies, dafs nicht nur das Gold, sondern auch alle Metalle und Metallgemische, so wie überhaupt alle Substanzen, die bei Einwirkung eines hinlänglich starken electrischen Stroms das Wasser so zersetzen, dafs sie reines Sauerstoffgas davon abscheiden, zugleich auch die Eigenschaft besitzen, dasselbe Wasser in oxygenirte Salzsäure zu verwandeln.

Diese Umwandlung, diese Metamorphose des Wassers in oxygenirte Salzsäure erregt, die Bewun-

*) Die Uebersetzung desselben haben die Leser in den *Annalen*, XXI, 113, erhalten. Eine Abschrift des Originals dieses dritten Briefs verdanke ich wiederum Herrn Dr. Castberg, die Verdeutschung desselben Herrn Prof. Erman in Berlin. *d. H.*

**) *Annalen*, XXI, 108. *d. H.*

derung des philoſophiſchen Beobachters, der die Wichtigkeit der daraus zu ziehenden Folgerungen einſieht; ſie erzeugt Miſstrauen bei denjenigen, die die vollſtändige Verkettung der verwandten Thatſachen und Ideen nicht zu umfaſſen wiſſen; ja, ſie findet nur Unglauben bei denen, die den Verſuch ohne Erfolg wiederbohlten, weil ſie ihn ohne gehörige Einſicht einleiteten.

Sie wiſſen, daſs ich mich ſeit langer Zeit mit dieſem Gegenſtande beſchäftige; Sie wiſſen auch, daſs dieſes Reſultat nur ein Bruchſtück iſt von einem viel umfaſſendern Ihnen mitgetheilten Plane, nach dem ich gearbeitet habe; und den ich gleich anfänglich dem Cavagliere Vittorio Foſſombroni ganz umſtändlich aus einander ſetzte, um die Einſichten eines ſo gründlichen hell denkenden Mannes dabei zu benutzen. Haben wohl aber alle die Phyſiker, die meine Verſuche nachzuahmen trachteten, oben erwähnte Briefe mit vollkommener Unbefangenheit geleſen, und waren ſie von jedem Einfluſſe der früher angenommenen Hypotheſen durchaus befreit? Sind ſie auch ganz genau der Vorſchrift gefolgt, die ich in dieſen Briefen dem Experimentator gab? Beſtimmt nicht.

Daſs ich bei dieſer Verneinung die Wahrheit für mich habe, ergiebt ſich daraus, daſs mehrere Phyſiker von groſsem Namen und Verdienſte, der ausdrücklichen Vorſchrift meiner Briefe ganz zuwider, in eine und dieſelbe Gasröhre die zwei Drähte geleitet haben, deren einer mit dem poſitiven, der

andere mit dem negativen Pole der Säule in Berührung war. Wie war es möglich, da die Verwandlung des Waſſers in oxygenirte Salzſäure zu erhalten? Es iſt ja Thatſache, als Elementargrundſatz aufgeſtellte Thatſache, daſs der poſitive Polardraht reines Sauerſtoffgas giebt, während der negative Polardraht eben ſo reines Waſſerſtoffgas entwickelt. Es iſt ebenfalls eine zur Dignität eines Grundſatzes erhobene Thatſache, daſs dieſe Gasarten genau in demſelben Verhältniſſe zum Vorſchein kommen, in welchem ſie ſeyn müſſen, um nach Verluſt ihrer Expanſion eine Waſſermenge darzuſtellen, die durchaus dem Gewichte der geſammten Gasmenge gleich iſt. Wenn dem ſo iſt, wie kann man erwarten, daſs unter ſolchen Umſtänden das zerlegte Waſſer je ſich in oxygenirte Salzſäure verwandeln werde? Doch gehen wir einen Schritt weiter: Waſſertheilchen, die durch Berührung des poſitiven Polardrahts etwas von ihrem Sauerſtoffe verloren haben, und nun in dieſem Zuſtande zurück bleiben ohne ſich zu expandiren, müſſen doch wohl nothwendig durch den Drang der wechſelſeitigen Verwandtſchaft ſich augenblicklich mit denjenigen Theilchen verbinden, die am negativen Drahte einen correſpondirenden Antheil Waſſerſtoff verloren haben ohne ſich zu expandiren? In der That, wenn Sauerſtoff und Waſſerſtoff beiſammen ſeyn könnten, in dem genauen Verhältniſſe der das Waſſer conſtituirt, ohne ſich wirklich zu Waſſer zu verbinden, ſo bald keine expandirende Kräfte ſie daran hindern, ſo

wäre es unmöglich, die Exiſtenz des Waſſers zu begreifen.

Die Herren von Humboldt und Gay-Luſſac haben die ganze Kraft dieſer Sätze gefühlt, indem ſie einſahen, daſs der von den Engländern angenommene Gegenſatz des Waſſers als hydrogenirt und oxygenirt, „nur für jede unendlich kleine Zeiteinheit in der Realität exiſtiren kann, da die vollkommene Abſorption des Waſſerſtoffs an einer Seite, und des Sauerſtoffs an der entgegen geſetzten, hinlänglich beweiſt, daſs weder Oxygenirung noch Hydrogenirung Statt findet; denn ſollte ſo etwas geſchehen, ſo müſste das Waſſer eine der beiden Gasarten (*Stoffe*) in einem quantitativen Verhältniſſe abſorbiren, verſchieden von dem für Waſſerbildung normalen. Abſorbirt alſo das Waſſer den Sauer- und Waſſerſtoff in dem genauen Verhältniſſe der Waſſerſyntheſe, ſo muſs man durchaus annehmen, daſs beide Gasarten (*Stoffe*) ſich neutraliſiren werden, und daſs folglich in dem Verſuche, wo zwei Polardrähte das Waſſer zerſetzen, die Flüſſigkeit ſich nur auf untheilbare Momente oxygeniren und hydrogeniren, nie aber mit Beharrlichkeit in dieſem entgegen geſetzten Zuſtande exiſtiren werde.“ Ich wiederhohle alſo das vorher geſagte: Die Gasarten, (*Stoffe*) die ſich ohne Expanſion in dem zur Waſſerbildung erforderlichen Verhältniſſe treffen, müſſen augenblicklich ihre eigenthümlichen Eigenſchaften verlieren, ſich wechſelſeitig neutraliſiren und wieder das vorige Waſſer

bilden. Doch ich lenke ein zum eigentlichen Gegenſtande dieſes Briefes, und zeige an, wie folgendes Problem zu löſen ſey, deſſen anderweitiges Corollar die Verwandlung des Waſſers in oxygenirte Salzſäure ſeyn wird. *)

Eine gegebene Menge deſtillirten und von Luft ſo viel wie möglich gereinigten Waſſers ſo zu zerſetzen, daſs das allmählich abzuſcheidende Element reiner Sauerſtoff ſey.

Auflöſung. „Man nehme irgend eine Glasröhre, deren eine Mündung enge und ohne umgelegten Rand ſey, die zweite aber einen gröſsern Durchmeſſer zum bequemen Einfüllen des Waſſers und einen umgebogenen Rand habe. In der erſten Oeffnung bringe man einen Goldfaden an und verkitte ihn luftdicht mit Siegellack. Nun fülle man die Röhre mit deſtillirtem Waſſer, und verſchlieſse die breite Mündung dadurch, daſs man zwei- oder dreidoppelt

*) Die etwanige Dunkelheit dieſer und einiger andern Stellen rührt im Original daher, daſs Pacchiani im Ausdrucke keinen Unterſchied zwiſchen *Waſſerſtoff und Waſſerſtoffgas*, *Sauerſtoff und Sauerſtoffgas* macht. Hier z. B. ſoll dem Sinne nach *Sauerſtoff* und *Waſſerſtoff* ſtehen. P. ſagt aber: *Sarebbe d'uopo che l'acqua aſſorbiſſe uno dei due gas*, eben ſo ſagt er in der darauf folgenden Stelle, daſs *im übrig bleibenden liquiden Waſſer beide Gasarten ſich neutraliſiren müſſen*. (le proprietà di uno *dei gas* ſaranno neutralizzate da quelle del altro.) So ſpricht er von *nicht-expandirten Gasarten*. (i gas trovandoſi privi della forza di elaſticità.) *Erm.*

feuchte weifse Leinwand darauf legt und feft über den umgelegten Rand aufbindet. Man ftellt nachher die fo verbundene Röhre in ein Gefäfs mit reinem Waffer, welches man durch feuchte Streifen Löfchpapier mit dem negativen Pole einer gehörig ftarken Säule in Verbindung fetzt. Endlich fchliefst man den Kreis dadurch, dafs der Gold- oder Platindraht der Röhre an den pofitiven Pol angebracht wird. Die Kraft der Säule, die bekannter Maffen beftimmt wird durch die Zahl der Plattenpaare, durch die eigenthümliche Natur der Metalle und der feuchten Leiter, mufs in einem gewiffen Verhältniffe feyn mit der Capacität der angewandten Zerfetzungsröhre. Mit der Schliefsung des Kreifes wird fich augenblicklich die bekannte Circulation einftellen, deren Erfolg die Entwickelung des Sauerftoffgas am Gold- oder Platindrahte feyn wird.

Die wundervolle Verwandlung des Waffers in oxygenirte Salzfäure hat mein Gemüth mit einer Freude erfüllt, die den höchften Grad erreichte, ohne der Ueberrafchung zu bedürfen: denn ich war glücklich genug, diefen Erfolg vorher gefagt zu haben, wie einige meiner berühmten Freunde und mehrere meiner hoffnungsvollen und kenntnifsreichen Zuhörer es zur Steuer der Wahrheit öffentlich bezeugen können. Ich habe bei diefer Entdeckung einen Vorgefchmack der Wonne empfunden, die denjenigen zu Theil wird, die die Urfachen der Naturwirkungen ergründen.

Felix qui potuit rerum cognofcere caufas.

Nachdem ich das erſte Problem gelöſt hatte, wendete ich meine Aufmerkſamkeit unter andern auf Folgendes:

Eine gegebene Menge deſtillirten und von Luft möglichſt befreiten Waſſers ihres Waſſerſtoffs zu berauben.

Auflöſung. Man nehme irgend eine Glasröhre, die zwei Mündungen habe. Die eine enge und ohne umgelegten Rand, die zweite mit einem Rande verſehen, und weit genug, um deſtillirtes Waſſer ohne Schwierigkeit hinein bringen zu können. In die enge Mündung bringe man einen Draht von Gold, Platin, oder irgend einem andern Metalle, und vollbringe den hermetiſchen Schluſs mit Siegellack. Die Röhre fülle man mit deſtillirtem von Luft befreiten Waſſer, und ſchlieſse ſie mit zwei- oder dreidoppelter feuchter Leinwand, die man auf den umgelegten Rand der Röhre befeſtigt. Die ſo verſehene Mündung wird in ein Gefäſs mit reinem Waſſer geſtellt, welches durch Vermittelung einiger Streifen Löſchpapier mit dem poſitiven Pole der Säule zuſammen hängt. Endlich bringt man den Metalldraht der Röhre in leitende Verbindung mit dem negativen Pole. Die electriſche Kreisbewegung ſtellt ſich alſobald ein, und der Draht entwickelt allmählich eine Menge gröſsten Theils reinen Hydrogengas. Durch dieſen Zerſetzungsprozeſs erhält man ſehr oxygenirtes Waſſer, wie es die chemiſchen Reagentien zeigen, wovon ein mehreres in einem meiner künftigen Werke.

Iſt es wahr, wie mehrere treffliche Aerzte es behaupten, daſs Sauerſtoff in vielen Krankheiten, ſo wohl der Haut als der innern Organiſation, ein erprobtes Mittel ſey, ſo erwache hier der Eifer des Arztes und jedes Menſchenfreundes: man ſetze die Säule in Thätigkeit, um oxygenirtes Waſſer zu erzielen; und dringe mit der Fackel der Erfahrung und der Theorie in ein neues Feld von Unterſuchungen ein, deren Erfolg vielleicht ſehr erſprieſslich für die Menſchheit ſeyn wird, in jedem Falle aber durchaus unſchädlich bleiben muſs. Giebt es in der That ein unſchuldigeres Vehikel, den Sauerſtoff dem menſchlichen Körper einzubringen, als eben die Flüſſigkeit, deren wohlthätiger Einfluſs der Ernährung der Vegetation und dem Leben unentbehrlich iſt? Wie werde ich mich glücklich ſchätzen, wenn zu Folge meiner Anſicht es irgend einem philoſophiſchen Arzte gelingen ſollte, die Zahl der Uebel zu vermindern, die das geplagte Menſchengeſchlecht foltern. *(Und ſo fährt er fort mit Phantaſieen über die glücklichen Folgen ſeiner Entdeckung über ſeinen eignen Werth als Wiſſenſchaftsmann und Lehrer, und ſchlieſst mit einigen Complimenten an* Fabroni, *die er ſo einleitet:)* Sind dieſe Blätter beſtimmt, einige Zeit der Vergeſſenheit zu trotzen, ſo erfahre vor allen Dingen die wackere toscaniſche Jugend, welche Gefühle jeden Ehrenmann durchdringen müſſen, wenn er die ruhmbekränzten Namen hört, die ein Land verherrlichen, das an erhabenen Geiſtern ſtets uner-

ſchöpflich war, wo Wiſſenſchaften und Künſte entſproſſen, und das Galiläi, Torricelli, Redi, Cesalpin, Micheli, mit Einem Worte, alle Stifter der Naturphiloſophie als Vaterland begrüſsten.

---

4. *Nachſchrift zu dieſem Briefe vom Prof. Erman in Berlin.*

Beiliegenden Brief habe ich, (bis auf eine ganz aufserwesentliche Stelle,) wörtlich überſetzt, weil es Ihnen, theuerſter Freund, angenehm ſeyn könnte, ihn, der Vollſtändigkeit wegen, ſo, und nicht etwa im Auszuge zu erhalten. Haben Sie Notiz von einem *erſten* Briefe an Fabroni erhalten? *) ich kenne nur den zweiten und dieſen dritten: bin aber ganz reſignirt, mich vor der Hand daran zu begnügen.

Dafs uns Pacchiani nichts neues bringt, wiſſen die Leſer der Annalen. Dafs der thieriſche oder vegetabiliſche Stoff der alleinige Grund der Säureerzeugung ſey, halte ich *bis jetzt* für durchaus entſchieden. Auch bedarf es nicht einmahl der Blaſe und der Leinwand, um dieſen Erfolg zu erhalten. Das Pflanzenpigment der verdünnten Lackmuſstinctur und der gefärbten Papiere iſt ſchon dazu hinlänglich. Der im Waſſer aufgelöſte Violenſyrup wirkt noch kräftiger wegen des Zuckers, der noch zum Pigmente hinzu kommt; und da fällt

*) Er erhielt wahrſcheinlich die Notiz, welche Fabroni dem Grafen de Rio in Padua, (*Annalen*, XXI, 125,) wieder mittheilte. *d. H.*

doch der erträumte Mechanismus der Priorität und das Deployiren der Electricität im Brückenmarsch durch den Wald der Fäden ganz weg.

Dafs übrigens sogar das *Leben* die organischen Theile nicht gegen diese galvani'sche Zersetzung schützt, ist ebenfalls bekannt genug. Zweige und Stengel von Blumen sind auf Säureerzeugung von mir und andern geprüft worden. Auch erinnere ich mich, zu der Zeit, als mich dieser Gegenstand gemeinschaftlich mit Simon beschäftigte, einmahl die Hoffnung gefafst zu haben, dafs ein lebendes Thier vielleicht die galvanische Action ganz passiv fortpflanzen würde, ohne selbst zersetzt zu werden, was dazumahl unser zu lösendes Problem war. Ich verband also zwei Röhren, wovon jede den einen Polardraht enthielt, durch einen recht gesunden *Lumbricus terrestris*. Im Momente aber, als die etwas kräftige Säule geschlossen wurde, ging schon die Zersetzung des Thiers vor sich: die Flüssigkeit in beiden Röhren fing an gerade wie bei todter Muskelfaser zu reagiren; jede Extremität des Thiers färbte sich verschieden, wie das Fleisch in den andern Versuchen, und fing bald an in Gestalt einer Jauche zu zerfliefsen, die an jedem Pole verschiedene Kennzeichen hatte. Während dieses grausamen Prozesses lebte das Thier immerfort, bewegte sich krampfhaft, und schien sehr zu leiden; aber das so genannte *Sterben* fand nur nach einigen Stunden Statt. So widrig mir dieser Versuch auch ist, so nothwendig ist es doch, ihn zu wiederhohlen: denn dazumahl war ich mir blofs der chemischen

Anſicht recht deutlich bewuſst, und hatte die Unbeſonnenheit, die Schlieſsung der Säule zu unterbrechen, ohne zu beobachten, was am Ende bei dieſem Zerflieſsen des Thiers aus den Nerven werden würde. Kaum begreife ich jetzt, wie die ſo nahe liegende Frage wir dazumahl nicht klar geworden. Vielleicht wird es rathſam ſeyn, zu dieſer Unterſuchung *Blutigel* zu wählen, da wir mit ihrem Nervenſyſteme bekannter ſind.

So viel bleibt aber für jetzt ſicher: wenn auch die Erzeugung der oxygenirten Salzſäure durch bloſses Eintauchen des Fingers in das reine Waſſer der Gasröhre Statt fände, ſo würde man mit vollem Rechte ſchlieſsen müſſen, daſs ſelbſt bei *dieſer* Schlieſsung des Kreiſes der organiſche Körper nicht chemiſch paſſiv war, nicht bloſs mechaniſch wirkte. Sie haben wohl Recht, zu wünſchen, daſs die Gelegenheit, die uns Pacchiani durch ſeine vermeinte Entdeckung darbietet, uns an das bereits Vergeſſene zu erinnern, nicht unbenutzt bleibe, um den noch räthſelhaften Verlauf der Sache näher zu beleuchten. Die quantitativen Verhältniſſe der erzeugten Säure, in Vergleich mit der ponderabeln Menge des verwendeten vegetabiliſchen Stoffs, müſſen mit vorzüglicher Aufmerkſamkeit beobachtet werden. Mit Vergnügen werden Sie erfahren, daſs unſer vortrefflicher Freund Roſe an meinen vorhabenden Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand Antheil nehmen will. Einen ſolchen Mitarbeiter gefunden zu haben, iſt keine geringe Aufmunterung.

IX.

Aus dem Intelligenzblatte der Allgem. Litterat. Zeit. den 5ten Febr. 1806.

In einer der letzten phyſikaliſchen Sitzungen der baieriſchen Akademie der Wiſſenſchaften zu München trug Herr Prof. Ritter den *Anfang einer Reihe von Verſuchen* vor, welche beſtimmt ſind, über die *Natur des Magnetismus* nähere Aufſchlüſſe zu geben. In Rückſicht auf die von der Akademie ſelbſt in frühern Jahren, (1776 und 1777,) aufgeſtellte, denſelben Gegenſtand betreffende Frage, ging er von dem *Verkehre des Magnetismus mit der Electricität* aus. Die Reſultate der erzählten Verſuche waren:

1. Ein jeder Magnet iſt ein Aequivalent eines Paars mit einander verbundener heterogener Metalle; ſeine Pole ſtellen gleichſam dieſe verſchiedenen Metalle dar.

2. Er liefert, wie dieſe, *Electricität*, und zwar ſein einer Pol die *poſitive*, ſein anderer die *negative*.

3. Eine Anzahl Magnete gaben, bei gleichem Verfahren, eben ſo gut eine *voltaiſche Batterie*, als eine Anzahl Paare verſchiedener Metalle, und auf dieſe Art gelingt es, die von den Polen der einzelnen Magnete zuſammen gelieferten Electricitäten am *Electrometer* darzuſtellen.

4. Vermittelſt dieſer Electricitäten bringt eine ſolche Batterie aus Magneten, nach Maaſsgabe ihrer Stärke, alle diejenigen Wirkungen auf todte wie auf lebende Körper hervor, welche eine gleich ſtarke voltaiſche Säule gewöhnlicher Art ebenfalls hervor bringt.

5. Aus den Verſuchen, welche dieſes erweiſen, ergiebt ſich, daſs am magnetiſchen *Eiſen* der *Südpol* die

positive und der *Nordpol* die *negative*, am magnetiſchen *Stahle* hingegen der *Nordpol* die *poſitive* und der *Südpol* die *negative Electricität* giebt.

6. Dieſelbe umgekehrte Vertheilung behaupten auch die durch die Magnetiſirung polariſch veränderten *Oxydabilitäten* des magnetiſchen Körpers. Während am *Eiſen* der Südpol der oxydirbarere und der Nordpol der minder oxydirbare iſt, iſt am magnetiſchen *Stahle* der Nordpol der oxydirbarere und der Südpol der minder oxydirbare.

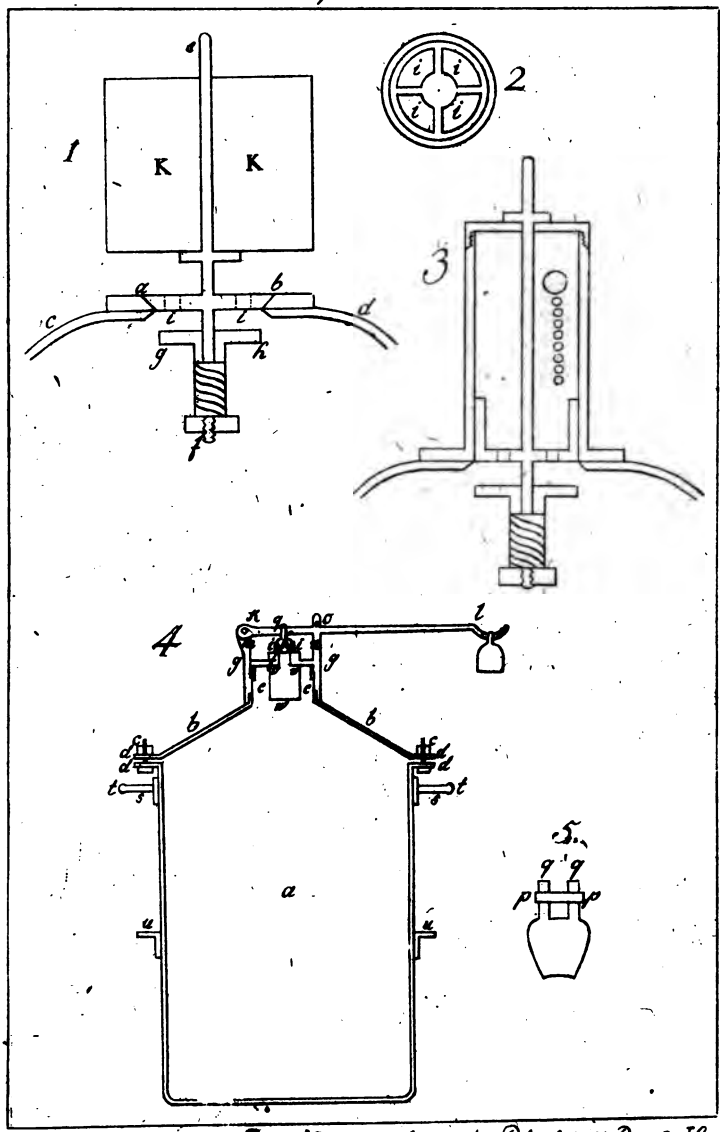
Der Verfaſſer ſchloſs mit den Ausſichten, welche ſchon die Anwendung dieſer erſten Reſultate auf die *Erde als Magnet im Groſsen* zur Erklärung mehrerer Naturerſcheinungen gewährt, wohin vorzüglich der phyſiſche Unterſchied der beiden Hemiſphären, und das Nord- und Südlicht gehört. Denn in der That kann, dem Vorigen zu Folge, die Erde als Magnet einer voltaiſchen Säule von ungeheurer Gröſse gleich geachtet werden, deren Pole durch die Waſſer des Oceans einerſeits in beſtändiger Schlieſsung gehalten werden, (woraus die gröſsten chemiſchen und nach den Polen abermahls verſchiedenen Veränderungen der Erdmaterie erfolgen, und erfolgt ſeyn müſſen;) deren Pole anderſeits aber noch immer zu reich an Electricität ſind, als daſs nicht ein beträchtlicher Theil nur in den freien Räumen des Himmels die Bahn der Strahlen ſeines Glanzes finden könne.

X.

PREISFRAGE.

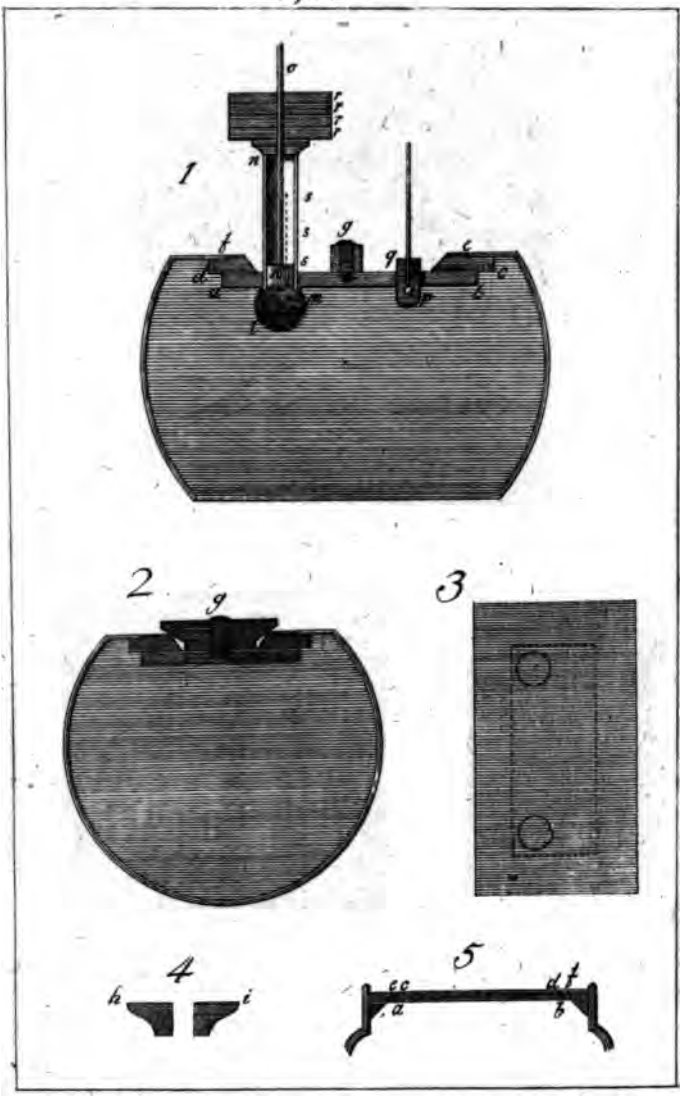
Die Directoren und Mitglieder von Teyler's *Stiftung* haben in ihrer Verſammlung am 28ſten Oct. 1805 keiner der Abhandlungen den Preis zuerkennen können, welche auf die Preisfrage eingegangen waren, die ſie im Jahre 1804 aufgegeben hatten: *Was läſst ſich in Hinſicht der Uebereinſtimmung des Lichtſtoffs mit dem Wärmeſtoffe aus den darüber angeſtellten Verſuchen oder aus bekannten Erfahrungen mit einigem Grunde herleiten?* Sie erneuert daher dieſe Preisfrage, mit Ausſetzung einer goldenen Medaille von 400 holl. Gulden. Der Concurstermin iſt der 1ſte April 1807.

Taf. III.



Gilberts Ann. d. Phys. 22 B. 2 St.

Taf. IV.



Gilberts Ann. d. Phys. 22B. 2St.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1806, DRITTES STÜCK.

I.

VERSUCHE

über die verbeſſerte Methode des Herrn Jeſſop, mit Pulver zu ſprengen; angeſtellt in den Alpen, um die Anwendbarkeit dieſer Methode zu prüfen, und die Theorie derſelben zu ergründen.

Bearbeitet vom HERAUSGEBER.

1. *Verſuche des Prof.* M. A. Pictet *in Genf.* *)

— — Ich wurde von Herr Barante, Präfecten des Leman-Departements, eingeladen, ihn zu begleiten, als er zum zweiten Mahle die Arbeiten beſah, welche man zur Eröffnung einer Heerſtraſse von Genf, längs des ſüdlichen Ufers des Sees, nach dem Simplon, am Fuſse der berühmten Felſen von

*) Zuſammen gezogen aus der *Biblioth. britann. ſcienc. et arts*, Vol. 29, Mai 1805, p. 74. d. H.

Meillerie unternommen hatte, damit ich Gelegenheit haben möchte, das neue Verfahren des Herrn Jeſſop, mit Pulver zu ſprengen, welches ihn lebhaft intereſſirte, ſelbſt zu prüfen. *) — — Es koſtet mir einige Ueberwindung, nichts von der Schönheit dieſer neuen Straſse zu ſagen, welche in kurzem eine der gröſsten Sehenswürdigkeiten für Reiſende ſeyn, und Genf zum Mittelpunkte aller Verbindungsſtraſsen zwiſchen Frankreich und Italien machen wird. Wir durcheilten zuerſt die ganze Straſse, und ſahen mit wahrem Vergnügen, daſs die Hauptſchwierigkeiten ſchon überwunden waren, und daſs die Straſse ſchon zu Ende dieſer Campagne für Wagen fahrbar ſeyn wird. Es war im Hinfahren einem der verſtändigſten Arbeiter aufgegeben worden, in einen der härteſten und dickſten Blöcke am Wege ein Bohrloch einzumeiſseln, damit wir bei der Rückkehr einen recht entſcheidenden Verſuch möchten anſtellen können. Die Gebirgsart faſt aller dieſer Felſen iſt ein ſchwärzlicher Kalkſtein von körnigem Bruche, und mit einigen Adern weiſsen Kalkſpaths durchzogen.

Wir fanden auf dem Rückwege das Bohrloch fertig, und lieſsen von dem Arbeiter ſelbſt es mit der gewöhnlichen Ladung Pulver füllen. Da wir

*) Herr Pictet hatte kurz zuvor in der *Bibl. brit.* den Brief des Hrn. Jeſſop an Nicholſon mitgetheilt, womit das vorige Stück der *Annalen* anfängt. *d. H.*

gerade keinen Strohhalm hatten, halfen wir uns mit einem mit Pulver imprägnirten Papierſtreifen, welcher den Arbeitern als Lunte dient. Wir wanden dieſen ſpiralförmig zu einem Cylinder von der Weite eines Federkiels zuſammen, ſetzten ihn mitten aufs Pulver, lieſsen dann das Loch voll loſen Sandes ſchütten, wobei der Arbeiter lächelte, und darauf an das obere Ende der Zündröhre Schwamm binden, und dieſen am andern Ende anſtecken, wobei man Zeit genug behält, ſich zurück zu ziehen.

Die Exploſion erfolgte auf die genügendſte Art. Das Erſtaunen der Arbeiter läſst ſich nicht beſchreiben. Einer rief in ſeinem piemonteſiſchen Patois aus: Das iſt alſo möglich! und ich alter Steinbrecher wuſste nichts davon? Sie ſahen ſogleich den groſsen Vortheil ein, den die Sache für ſie haben könne.

Wir, und ſie nicht minder, wünſchten, den Verſuch nochmahls unter andern Umſtänden wiederhohlen zu können. Zufällig fand ſich nicht weit davon ein altes Bohrloch, welches nahe am Boden faſt horizontal in den abzuſprengenden Felſen getrieben war. Man hatte es nicht geladen, weil es eine ſchlechte Richtung hatte, und es war Waſſer darin. Wir lieſsen es reinigen und unter unſern Augen laden; den Sand hinein zu bringen, war hier ſo leicht nicht, doch gelang es uns endlich. *) Der Schuſs

*) In den Bergwerken in England, wo dieſe Methode, zu ſprengen, eingeführt iſt, bedient man ſich in dieſem Falle einer Ladung und Sand darüber in einer Patrone Vergl. S. 120. d. H.

ſprengte das untere Stück des Felſens ab, und nun war die Ueberzeugung vollſtändig.

Herr Baduel, unter deſſen beſonderer Aufſicht die Arbeiten zu Meillerie ſtehn, verſprach uns, dieſe Verſuche unter mannigfaltigen Abänderungen fortſetzen zu laſſen, um, wo möglich, die Theorie dieſer auffallenden Wirkung aufzuklären; und ſie ſo wohl mit weniger Sand, als auch mit andern leichtern pulverulenten Materien anſtellen zu laſſen, z. B. mit Kleie, die in ſich nachgiebt, und mit Waſſer oder noch leichtern Flüſſigkeiten, die dieſes nicht vermögen. Es wird ſich dann zeigen, ob nicht, (wie ich vermuthe,) die groſse Geſchwindigkeit, mit welcher die Luft im Augenblicke der Exploſion von der Maſſe, die heraus geworfen werden ſoll, geſchlagen wird, den groſsen Widerſtand erzeugt, welcher auf die Wände des Bohrlochs reagirt und die Felſen zerſprengt. *)

Hier inzwiſchen die Reſultate einiger Verſuche dieſer Art, die ich angeſtellt habe. Es iſt mir völlig geglückt, mit Hülfe des Sandes einen Kloben ſehr,

*) Daſs ein groſser Theil der Wirkung auf dem Widerſtande der Luft, als elaſtiſcher Flüſſigkeit, beruht, (worüber weiterhin mehreres folgt,) das ſcheint mir gegründet zu ſeyn. Doch kann das ſchwerlich die einzige Urſache ſeyn, worauf der Erfolg beruht; ſonſt müſste eine gezogene Flinte von der mit Gewalt hinein getriebenen Kugel ſo gut als vom Sande ſpringen. Auch die beiden im vorigen Hefte S. 116 angegebenen Gründe haben unſtreitig Ein-

gefunden Holzes, einen sehr festen Granitblock, und ein eben so festes, quarzartiges Geschiebe zu sprengen. Letzteres riss in zwei fast gleiche Theile; die Trennungsfläche betrug 447 Quadratzoll, das Bohrloch war nur 7 Zoll tief und mit nicht mehr als 4 Loth Pulver geladen.

Umsonst versuchte ich es zwei Mahl mit einer Pulverladung, die mit einer Lage Seife bedeckt, und dann mit Wasser übergossen war; immer drang das Wasser bis zum Pulver herab, bevor der Schuss losging. *) — Aber mit Kleie gelang der Versuch sehr gut; ein Granitblock zersprang dabei in 8 oder 10 Stücke. Wir fanden, dass so wohl vom Sande als von der Kleie nach der Explosion ein Theil der Masse an den Wänden des Bohrlochs sass, und dass diese vom Pulver nicht geschwärzt waren. Dieses scheint uns zu beweisen, dass das Holz oder die Steine *eher* reissen, bevor die pulverulente Masse, womit das Pulver bedeckt ist, heraus getrieben wird.

fluss auf die Wirkung, wofür auch die Erfahrungen der Jäger sprechen, die sich dort angeführt habe. [Der Leser beliebe dort Z. 11 von unten statt: *mit Hirse, nach der Behauptung einiger*, zu lesen: *mit $\frac{1}{10}$ des Samens von Sisymbrium Sophia, nach Kops Flora Batava.*] *d. H.*

*) Eine dünne Schicht Queckſilber statt der Seife würde wahrscheinlich das Pulver trocken erhalten haben. *d. H.*

2. *Schreiben des Ingenieurs* Baduel, *Aufsehers der Arbeiten an der Strafse von Meillerie, an den Prof.* Pictet.

Evian den 24ften Junius 1805. *)

Auf Ihrer Fahrt nach Meillerie und St. Gingolph haben Sie nach dem neuen Verfahren einen einzeln ſtehenden Block mit ſenkrechtem Bohrloche, und ein maſſives Felſenſtück, in welches das Bohrloch ſchief eingeſetzt war, abſprengen ſehen. Eine bedeutende Zahl von Minen, die nach allen Richtungen in einzeln ſtehende Blöcke eingetrieben waren, ſind nicht minder geglückt, und ſie würden nicht beſſer haben wirken können, wären auch die Schüſſe mit der gröſsten Sorgfalt eingeſtampft worden.

Um die geringſte Menge von Sand mit Genauigkeit zu finden, bei welcher der Block abgeriſſen wird, müſste man den Widerſtand des Blocks im voraus wiſſen, und darnach die Pulverladung einrichten können. Da dieſer Widerſtand aber nur auf eine ſehr unvollkommene Art ſich ſchätzen läſst, ſo haben die Steinſprenger ein für alle Mahl zur Regel angenommen, daſs ſie das Loch bis auf ein Drittel der Länge mit Pulver füllen. Ich maſs dieſe Tiefe ſelbſt ab, und fand nach mehrern Verſuchen, daſs es für einen mittlern Block hinlänglich iſt, *zwei Drittel* ſo hoch Sand als Pulver zu nehmen.

Ich bin mit Ihnen überzeugt, daſs Sandkörner nur in ſo fern die Stelle des Pfropfs beim Sprengen

*) Zuſammen gezogen aus der *Bibl. britann.*, Vol. 29, p. 271. *d. H.*

verſehen können, als die Luft ihnen, wegen ihrer groſsen Oberfläche bei einer nur geringen Maſſe, einen ausnehmend groſsen Widerſtand leiſtet. Um dieſes zu bewähren, nahm ich ſtatt des Sandes andere Materien, die bei einer faſt gleichen Oberfläche noch weit weniger Maſſe haben. *Kleie*, *Sägeſpäne*, *Aſche*, brachten alle dieſelbe Wirkung hervor. Es verhält ſich hier wie mit einem Steine, der, ſo lange er eine einzige Maſſe iſt, ſich durch die Luft bis auf groſse Entfernungen ſchleudern läſst, während ihn, wenn er zu Staub zermalmt iſt, der Widerſtand der Luft auch nur zwei Schritt weit zu fliegen verhindert.

Ich wollte nun auch dieſe Verſuche, nachdem ich ſie an einzeln ſtehenden Blöcken angeſtellt hatte, an groſsen Felſen wiederhohlen. Es thut mir leid, Ihnen melden zu müſſen, daſs ſehr viel daran fehlt, daſs die Reſultate hier eben ſo genügend als bei iſolirten Blöcken ausgefallen wären. Minen in ganzen Felſenmaſſen gebohrt, ſind beſtimmt, einen ſehr groſsen Widerſtand zu überwältigen; iſt dieſer Widerſtand gröſser als der, den die Luft den Sandkörnchen leiſtet, ſo wird der Sand heraus gejagt und der Schuſs hat auf den Felſen keine Wirkung; das iſt mir mehrmahls begegnet. *) Nicht ſelten,

*) Schade, daſs Herr Baduel nicht bemerkt, ob, wenn eine Ladung mit Sand heraus geblaſen wurde, *dieſelbe* Ladung, nachdem ſie eingeſtampft worden, die Feſtigkeit des Felſens überwunden habe. Nach dem S. 119 erzählten Beiſpiele zu ur-

wenn die Felsmaſſe für die Tiefe des Bohrlochs zu feſt iſt, hilft man ſich damit, daſs man die Ladung vergröſsert, und $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ des Lochs mit Pulver füllt. In dieſem Falle würde zu wenig Platz für den Sand über dem Pulver bleiben, und man muſs daher zum Einſtampfen ſich entſchlieſsen. *)

Aus meinen Verſuchen können Sie das Reſultat ziehen, daſs die neue Methode, mit Hülfe des Sandes zu ſprengen, bei einzeln ſtehenden Blöcken vollkommen ausreicht; daſs ſie beim Sprengen in vollen Felsmaſſen, aber nur dann anwendbar iſt, wenn die Bohrlöcher ſo angebracht werden, daſs eine Pulverladung, welche nur ein Drittel des Bohrlochs füllt, ausreicht, die Steinmaſſe abzuſprengen; **) ich glaube aber, daſs dieſe Art, die Minen anzubringen, nicht vortheilhaft für die Arbeiter ſeyn würde.

theilen, möchte ich daran zweifeln, und glauben, daſs man dann die Pulverladung verſtärkt habe. Dann würde aber daraus nichts gegen die neue Methode folgen. *d. H.*

*) Könnte man indeſs dann das Bohrloch nicht etwas tiefer eintreiben und doch mit Sand ſchieſsen? ſollte ſelbſt in dieſen Fällen das Einſtampfen viel wirkſamer ſeyn, als eine Bedeckung mit Sand? Kaum ſollte man das, nach dem, was weiterhin darüber bemerkt wird, glauben. *d. H.*

**) Dieſe Einſchränkung bedurfte eines gründlichern Beweiſes; — und wird gleich durch den folgenden Brief, wie es mir ſcheint, vollſtändig widerlegt. *d. H.*

3. *Schreiben des Prof.* A. P. De Candolle *an den Prof.* Pictet.

Champagne bei Iverdun den 19ten Oct. 1805. *)

Auf einer kleinen Reise, welche ich mit unserm gemeinschaftlichen Freunde, Herrn Biot, angestellt habe, kamen wir über den Mont Cenis. Einige hundert Arbeiter waren hier in voller Thätigkeit, um die neue Heerstrasse über diesen bisher von Reisenden so gefürchteten Berg zu vollenden, und schon war sie so weit vollendet, dass Wagen hinüber kommen konnten, ohne aus einander genommen zu werden. Als wir von allen Seiten das Krachen von gesprengten Felsen hörten, das mit einem donnerähnlichen Wiederhall begleitet war, und als wir besonders von den vielen Unglücksfällen unterrichtet wurden, die sich dabei ereignet haben, fiel uns die artige Methode, zu sprengen, ein, welche Sie bekannt gemacht haben, und wir wünschten, Ihre Versuche hier zu wiederhohlen. Herr Derrien, Ingenieur dieser Heerstrasse, dem wir unsern Wunsch mittheilten, als wir im Hospitium angekommen waren, übersah sogleich die grosse Wichtigkeit dieser Neuerung, und gab auf der Stelle Befehle, dass zum morgenden Tage eine Menge von Bohrlöchern zu vergleichenden Versuchen nach der alten und nach der neuen Sprengmethode eingemeisselt würden.

Ein Gedächtnisfehler war Schuld, dass wir zu den ersten Versuchen mit Sand nur die Hälfte der

*) *Bibl. britannique*, Vol. 30, p. 188. d. H.

gewöhnlichen Pulverladung von 4 Unzen nahmen. Dieſer Irrthum war von Nutzen; denn wir fanden, daſs die Minen mit halber Ladung, welche mit Sand bedeckt waren, den vollen Effect derer mit ganzer Ladung, dieſe mochten eingeſtampft oder mit Sand bedeckt ſeyn, hervor brachten. Die Urſache liegt unſtreitig darin, daſs bei der Schnelligkeit der Exploſion in den Minen alles Pulver eben ſo wenig als in den Kanonen entflammt wird.

Wir haben einige zwanzig Minen mit Sand ſpringen laſſen, und ſie glückten alle vollkommen ſo gut als die eingeſtampften in demſelben Felſen. Einige Steinſprenger verſicherten uns ſelbſt, daſs dabei die Felſen in kleinere Stücke zerſpringen, als beim Schieſsen nach alter Art; ein Umſtand, der, wenn er ſich beſtätigt, nicht unwichtig iſt, da man dann ſeltener die Mühe haben würde, groſse abgeſprengte Maſſen noch ein Mahl zu zerſprengen.

Unſre Verſuche ſind um ſo beweiſender für die neue Methode, da ſie in ſehr harten Felſen, die ich für Glimmerſchiefer halte, angeſtellt wurden; da man immer eine eingeſtampfte und eine mit Sand bedeckte Mine zur Vergleichung in demſelben Felſen angebracht hatte; da die meiſten mit Sand bedeckten nur eine halbe Ladung hatten; und da endlich alle nicht in iſolirt ſtehenden Blöcken, (von denen man meint, ich weiſs nicht warum, ſie wären leichter zu ſprengen,) ſondern in ungeheuern Felſen angebracht waren, die ein Theil des Berges ſind, und über dem Thale von St. Nicolas ſtehn.

Wir hatten zu Zeugen dieſer Verſuche auſser Herrn Derrien und Herrn Bosquillon, Eleven des Brücken- und Wegebaues, noch zwei Reiſegefährten, einen Arzt aus Turin und eine groſse Menge von Arbeitern. Dieſe wollten, voll Unglaubens, ſich anfangs nicht von der Mine entfernen, als Feuer daran gelegt wurde. Als ſie die Wirkung ſahen, begriffen ſie ſehr wohl die Wichtigkeit der Sache, und mehrere von ihnen begleiteten uns mit Segenswünſchen, die wir nur in der Hoffnung, ſie auf Sie überzutragen, annahmen.

Man hat uns verſichert, daſs die wenigſten Steinſprenger zwei Campagnen überlebten, ohne ſchwer verwundet oder getödtet zu werden, da es ſo leicht iſt, daſs beim Schlagen des Pfropfs aus Steinmehl, um den Schuſs einzuſtampfen, ein Quarzkörnchen einen Funken giebt, der den Schuſs entzündet. Dieſe Gefahr fällt bei der neuen Methode ganz weg. Nimmt man dazu den Gewinn an Zeit und der Hälfte des Pulvers, ſo begreift man, wie ſehr wichtig eine dem Anſcheine nach ſo einfache Erfindung iſt.

Auf dieſe erſten Verſuche ſollten am folgenden Tage andere folgen, welche H. Biot erdacht hatte, theils um jene zu beſtätigen, theils um die Theorie dieſer wunderbaren Erſcheinung zu berichtigen. Da ich genöthigt wurde, in der Nacht aufzubrechen, habe ich bei dieſen Verſuchen nicht gegenwärtig ſeyn können, und muſs mich daher begnügen, Ihnen dieſes nicht vollſtändige Detail mitzutheilen.

Ich kam über Neufchatel, und hier ſagte mir Herr Dupasquier, er habe die neue Methode, zu ſprengen, an den Kalkfelſen des Jura mit Erfolg verſucht.

---

4. Schreiben an die Herausgeber der Bibl. brit., von Bertrand, *Profeſſor emer. der Math. an der Akadem. zu Genf.*

Genf den 20ſten Junius 1805. *)

Nachdem ich den Bericht geleſen hatte, welchen Herr Prof. Pictet in Ihrer Zeitſchrift von den Verſuchen giebt, die er zu Meillerie über die verbeſſerte Methode des Herrn Jeſſop, Felſen mit Pulver zu ſprengen, angeſtellt hat, — warf ich mir die Frage auf, welches wohl der Grund ſey, daſs zwei bis drei Unzen Schieſspulver nach der alten und nach der verbeſſerten Methode ein Felsſtück zu zerſprengen vermögen. Die Betrachtungen, worauf mich dieſe Frage führte, ſind es, welche ich Ihnen hier mittheilen will. — —

— — Die alte Methode ſcheint, was den Effect betrifft, vor der neuen den Vorzug zu haben, daſs das Einſtampfen dem Sande eine Feſtigkeit giebt, die er durch ſein Gewicht nicht erhalten kann,

*) Ins Kurze zuſammen gezogen aus einem ſehr weitläufigen Schreiben in der *Biblioth. britann.*, Vol. 29, p. 184 — 193. Alles, was der Leſer ſchon weiſs, oder was als allgemein bekannt voraus geſetzt werden darf, laſſe ich hier fort. *d. H.*

wenn man ſich damit begnügt, ihn in das Bohrloch zu ſchütten; eine Feſtigkeit, die ihn fähiger macht, der elaſtiſchen Flüſſigkeit, welche ſich aus dem entzündeten Schieſspulver entbindet, einen gröſsern Widerſtand zu leiſten. Es ſcheint daher, dieſe elaſtiſche Flüſſigkeit müſſe bei der alten Methode, zu ſprengen, ſtärker comprimirt werden, und eine gröſsere Kraft gegen den Felſen ausüben können, als bei der Methode des Herrn Jeſſop.

Dieſes Raiſonnement, nach welchem alle, welche es mit dem Sprengen zu thun haben, zu urtheilen pflegen, iſt zwar ſehr ſcheinbar, es mangelt demſelben aber an Solidität. Nicht von dem etwas gröſsern oder kleinern Widerſtande des Pfropfs oder des Sandes kann das Zerſprengen des Felſens abhängen; denn dazu wären beide an ſich gänzlich unzureichend. Auch der am beſten eingeſtampfte Pfropf erreicht in ſeinen Theilen nie die Cohärenz, welche die Theile des Felſens haben; und welch ein Vergleich findet zwiſchen der Felſenmaſſe von der einen, und einer Hand voll Sand von der andern Seite Statt! — —

— — Wie kann denn aber der Sand zum Zerſprengen der Felſen mitwirken, wenn er dazu durch ſeine Feſtigkeit nichts beiträgt? Die drei Wirkungsmittel, welche gemeinſchaftlich das Zerreiſsen des Felſens bewirken, ſind: das Schieſspulver, die Luft und der Sand. Durch ihr Gewicht kann indeſs die Luft hierbei nur auf eine wenig bedeutende Art mitwirken, da dieſes Gewicht nicht mehr beträgt, als

das einer Waſſerſäule, welche den Durchſchnitt des Bohrlochs zur Grundfläche und 32 Fuſs zur Höhe hat. Dieſe Maſſe iſt im Vergleich der Maſſe des Felſens ganz unbedeutend. Nicht durch ihr Gewicht wirkt alſo hierbei die Luft, wohl aber *durch ihre Elaſticität.* Wie aber die Elaſticität der Luft, das Schieſspulver und der Sand zuſammen wirken, daſs der Felſen zerſprengt werde, das denke ich mir folgender Maſsen. — —

Im Augenblicke, wenn das Pulver ſich entzündet, weicht der Sand; ſogleich aber ſtöſst ihn die Luft wegen ihrer Elaſticität zurück, ſo wie ſie den Flügel des Vogels nach jedem Schlagen zurück-ſtöſst. Die comprimirte, aus dem Pulver entbundene elaſtiſche Flüſſigkeit preſst nun ein zweites Mahl gegen die Felſenmaſſe, dringt in die Poren derſelben, und ſprengt ſie aus einander. Dieſes iſt der Grund, warum das Einſtampfen die Wirkſamkeit des Sandes nicht erhöhen kann; ſie beruht nicht auf der Cohärenz des Sandes unter ſich und mit den Felſen, ſondern darauf, daſs weder die innere noch die äuſsere elaſtiſche Flüſſigkeit ihn zu durchdringen vermag, wenn ſie gegen ihn ſchlägt. Der Sand wird durch den Druck der innern und die Reaction der äuſsern elaſtiſchen Flüſſigkeit ſo ſtark als möglich in einander und in die kleinen Vertiefungen des Steins getrieben; man findet daher noch nach dem Sprengen die Wände des Bohrlochs damit incruſtirt. Die Oſcillation des Sandes im Bohrloche iſt aber nur von einer ſehr geringen Ausdehnung, vielleicht nur von

Fadendicke; daher entſteht kein freier Raum für den Pulverdampf, wo er die Wände ſchwärzen könnte. Das Adhäriren des Sandes, und das Nicht-Adhäriren des Rauchs an den Wänden des Bohrlochs, (S. 229,) ſind daher mit meiner Erklärung des Hauptphänomens des Zerſprengens der Felsmaſſe in völliger Uebereinſtimmung; und ſie iſt wahrſcheinlich die Erklärung, welche Herr Pictet geahndet hatte. *)

*) Dieſe ſcharfſinnige Erklärung beruht, wie man ſieht, auf der Eigenſchaft elaſtiſcher Flüſſigkeiten, daſs ein plötzlicher Druck in ihnen Pulſationen oder eine Art Undulation abwechſelnder Verdichtung und Wiederverdünnung erzeugt; wie ſich dergleichen bei der Fortpflanzung des Schalles durch die Luft, und bei den tönenden Schwingungen der Luft in Blaſe-Inſtrumenten zeigt. Wenn ſchneller angeblaſen wird, wird der Ton der Pfeife höher, jede Undulation alſo von minderer Weite. Bei einem ſo mächtigen Impuls, als bei der Exploſion des Schieſspulvers in einem Laufe oder Bohrloche Statt finden muſs, möchte die Undulation der Luft alſo wohl augenblicklich wieder zurück gehen, wie das Hrn. Bertrand's Erklärung voraus ſetzt. Bei einem unendlich groſsen Impuls würde die freie Luft, da, wo der Impuls geſchieht, eben ſo ſtark comprimirt werden, als in einem eingeſchloſſenen Gefäſse; hierauf gründete Biot ſeine ſehr artige Vorſtellung über die Natur des electriſchen Funkens, *Annalen*, XX, 99. Die Luft würde dabei im erſten Augenblicke, wie es ſcheint, mit der ganzen Kraft, mit welcher ſie angetrieben werden

Man hat gefragt, welches die kleinſte Sandmenge ſey, die ſich noch wirkſam zeigen möchte. Darauf antworte ich aus der Theorie: die, welche hinreicht, daſs nichts von der aus dem Pulver ſich entbindenden elaſtiſchen Flüſſigkeit durch ſie entweichen kann; wobei es auf die Feinheit und Geſtalt der Sandtheilchen ankommen würde. Man ſieht hieraus, daſs jeder pulverulente Körper, jede Flüſſigkeit, welche die elaſtiſchen Flüſſigkeiten nicht durch ſich hindurch laſſen, die Stelle des Sandes müſſe vertreten können; und daſs, wenn vielleicht eine derſelben nach dem Einſtampfen dieſes minder leiſtete, die Wirkung des eingeſtampften Schuſſes ſchwächer ſeyn würde, als die einer Ladung, welche loſe mit der pulverulenten Maſſe überſchüttet wird.

---

5. *Schreiben eines Ungenannten an den Prof.* Pictet. *)

* * * den 11ten Aug. 1805.

Sie haben den vielen Steinſprengern in den Alpen und in Frankreich, ja der Menſchheit, durch die

ſoll, widerſtehen. Beim Schieſspulver iſt indeſs der Impuls nicht Sache eines Augenblicks, da ſich das Pulver nicht mit einem Mahle entzündet, und aus dieſem Grunde dürfte die Wirkung viel zuſammengeſetzter ſeyn, als ſie hier nach Herrn Bertrand's Erklärung ſcheint. Vergl. S. 228, Anm., und weiterhin 246. *d. H.*

*) *Bibl. britann.*, Vol. 29, p. 381. *d. H.*

die Bekanntmachung der Verſuche des Herrn Jeſſop einen groſsen Dienſt geleiſtet. Sie haben zugleich vieles Nachgrübeln über die Expanſion des Gas veranlaſst, welches ſich aus dem entzündeten Schieſspulver entbindet. Hier einige Betrachtungen, welche ſie einem Anonymus zu Gute halten werden. Ich habe nach der neuen Methode hundert Mahl ſprengen ſehen und ſprengen laſſen; ſie war einige Mahl unzureichend, und es ſchien mir im Allgemeinen nöthig zu ſeyn, daſs man die Ladung um $\frac{1}{6}$ vergröſserte, um den Unglauben und die Trägheit der gemeinen Steinſprenger zu überwinden, indem dadurch der Erfolg in ihren Augen ſicherer und unzweideutiger wird. Doch, ich wollte Ihnen Betrachtungen mittheilen; hier ſind ſie:

1. Belidor *) und vor einigen Jahren der Generalinſpector des Genieweſens Marescot **) haben durch eine Reihe von Verſuchen im Groſsen bewieſen, daſs Minen, deren Pulverkammer vier Mahl gröſser iſt, als der Raum, den das Pulver einnimmt, eine weit gröſsere Wirkung als ſolche haben, wo die Verdämmung das Pulver unmittelbar berührt.

2. Es iſt eine alltägliche Erfahrung, daſs der Lauf eines Schieſsgewehres platzt, wenn man zwiſchen dem Pulver und der Kugel oder dem Pfropfe einen Zwiſchenraum läſst. Vergeſſen die Soldaten

*) In ſeiner *Science de l'Ingenieur.*

**) *Mémoire de l'officier du génie*, t. 1, 1803.

in der Hitze der Schlacht die Cartouche bis auf den Boden des Laufs hinab zu ſtoſsen, ſo ſpringt zuverläſſig die Flinte. Welche fremde Urſache vermag der eingeſchloſſenen Luft eine höhere Elaſticität zu geben, als das Gas hat, welches ſich aus dem Pulver entbindet? Läſst ſich nicht die vortheilhafteſte Gröſse dieſes Raums im Verhältniſs der Pulverladung finden?

3. Wenn man die Flintenläufe unterſucht, ladet man ſie mit einer vierfachen Pulverladung; und ein ſo wohl geprüfter Lauf ſpringt doch von einer gewöhnlichen, (alſo nur von dem Viertel dieſer) Ladung, wenn man einen freien Raum zwiſchen dem Pulver und dem Pfropfe läſst. Die bloſse Gegenwart eingeſchloſſener Luft erhöht alſo die Wirkſamkeit wenigſtens auf das Vierfache. Welches iſt die Urſache dieſer nur gar zu häufigen Wirkung? und läſst ſich davon nicht in den Bergwerken Anwendung machen, und ſo vielleicht drei Viertel des Pulvers ſparen, das bisher verbraucht wurde. — Beweiſet dieſe Erfahrung nicht zugleich, daſs das Einſtampfen oder Eindrücken des Pulvers für die Wirkung vielmehr ſehr nachtheilig iſt, weil es die Zwiſchenräume zwiſchen den Theilen des Pulvers, die Luft enthalten, vermindert? Es wäre ſehr zu wünſchen, daſs die Herren Ingenieurs der Heerſtraſse nach dem Simplon, welche in Baſalt und Granit zu arbeiten haben, verſuchten, über die Ladung einen Pfropf aus Kork oder Werg bis in die Mitte des Bohrlochs herab zu treiben, und die Stel-

lung deſſelben abzuändern, um die vortheilhafteſte zu finden, dann das Bohrloch voll Sand oder Kleie zu füllen, und vermittelſt eines Strohhalms voll Pulver Feuer zu geben. Ich zweifle nicht, daſs die eingeſchloſſene Luft ſich hier eben ſo wirkſam als im Schieſsgewehre zeigen würde.

Man hat bemerkt, daſs in dieſem Falle die Kraft weit ſtärker nach den Seiten als in der Richtung des Laufes wirke, und daſs der Knall weniger durchdringe, aber ſtärker pfeife. In den militäriſchen Minen war die Erſchütterung ſchwächer, minder concentrirt, aber weiter und in die Ferne zerſtörender, und die heraus geblaſenen Stellen mehr und von gröſserm Umfange, wenn ſich Luft in der Pulverkammer befand, als wenn die Verdämmung das Pulver unmittelbar berührte.

4. Woran liegt es, daſs Pulver in einem Laufe eingepreſst, und in einem Bohrloche von gleichem Durchmeſſer und gleicher Länge eingeſtampft, ſo verſchieden wirkt? Erſteres treibt die Kugel oder den Pfropf ſehr weit in der Richtung der Seele, ohne auf den dünnen Lauf zerſtörend zu wirken; letzteres dagegen, ohne ſtark auf den Pfropf zu wirken, zerbricht ſeine dicke Hülle von Granit und Baſalt, als wäre ein Mètre dicker Felſen nicht feſter als das Metall des dünneſten Flintenlaufs, der nicht über 0,004 Mètres ſtark iſt! Fürwahr! das Schieſspulver hat gar wunderbare Wirkungen; das Fliegen und Schwimmen der Thiere iſt vielleicht leichter als ſie erklärt.

6. Bemerkungen über dieſen Brief vom Prof. Pictet.

In der *Bibl. britann.* auf das J. 1798, (t. 7, p. 17,) ſteht wörtlich Folgendes: „Man hat vor kurzem in Deutſchland ein Mittel entdeckt, die Wirkung des Schieſspulvers zu erhöhen. Es gründet ſich auf die Unglücksfälle, welche ſich zu ereignen pflegen, wenn man ein Gewehr ladet, ohne die Vorſicht gebraucht zu haben, die Kugel bis auf das Pulver herunter zu treiben; man weiſs, daſs dann häufig die Flinte ſpringt. Da man nun beim Sprengen gerade dieſen Zweck beabſichtigt, ſo erreicht man ihn mit weniger Aufwand an Pulver, wenn man einen Zwiſchenraum läſst zwiſchen dem Pulver und dem Pfropfe, der durch ſeinen Widerſtand die Reaction gegen die Wände hervor bringt, auf welchem das Zerreiſsen derſelben beruht.“ Dieſe hier wörtlich ausgezogene Stelle beantwortet den einen Theil des Briefs des Anonymus. Noch können wir hinzu fügen, daſs, wie man uns erzählt hat, durch die Einführung dieſer Methode, zu ſprengen, in den Bergwerken des Harzes, den Gewerken jährlich mehrere tauſend Thaler an Pulver erſpart worden ſind.

Was die Theorie der Exploſion betrifft, ſo glauben wir nicht, daſs *Luft*, die ſich zwiſchen Pulver und Kugel oder Pfropf befindet, den geringſten Antheil an der Verſtärkung der Exploſivkraft habe, ſondern daſs dieſe lediglich darauf beruhe, daſs ſich zwiſchen der Ladung und dem zu überwältigen-

den Hinderniſſe ein Zwiſchenraum befinde. Folgender Maſsen möchte ich mir dieſe Wirkung lieber erklären.

So geſchwind ſich auch das Pulver entzündet, ſo fehlt doch gar viel daran, daſs dieſes in einem Augenblicke geſchehe. Es iſt bekannt, daſs bei ſtarker Ladung ein Theil des Pulvers unentzündet aus dem Stücke heraus fliegt. Aus der Thatſache, daſs das Pulver ſich *ſucceſſiv* entzündet, folgt aber, daſs die elaſtiſche Flüſſigkeit ſich daraus *allmählig* entwickelt, und durch alle Grade von Geſchwindigkeit durchgeht, die zwiſchen Ruhe und dem Maximum, das ſie in gegebener Zeit und in einem gegebenen Raume erreichen kann, zwiſchen inne liegt.

Berührt die Kugel oder der Pfropf die Ladung, ſo werden auch ſie allmählig aus der Stelle geſchoben, und dabei vergröſsert ſich der Raum, in welchem ſich die Wirkung der elaſtiſchen Flüſſigkeit entwickelt, wenn auch nicht mit derſelben Geſchwindigkeit, womit dieſer Raum ſich mit jener Flüſſigkeit zu erfüllen ſtrebt, wenigſtens doch immerfort, wobei keine plötzliche und heftige Reaction Statt findet.

Findet dagegen die elaſtiſche Flüſſigkeit einen freien Raum vor ſich, um ſich vollſtändig entbinden zu können, bevor irgend etwas aus der Stelle gewichen iſt; ſo wirkt ſie nun mit ihrer ganzen erlangten Geſchwindigkeit auf die unbeweglichen und beweglichen Wände der Pulverkammer, die ſie umſchlieſsen, und jeder Punkt der Oberfläche dieſer

Kammer leidet in demſelben untheilbaren Augenblicke denſelben Impuls: eine Summe von Wirkungen, welcher die Cohärenz ſchwerlich zu widerſtehen vermag; daher das Zerreiſsen. Die Geſchwindigkeit, welche die Theilchen der elaſtiſchen Flüſſigkeit erlangt haben, iſt alsdann ſo unglaublich, daſs die Trägheit der ſie umgebenden beweglichen Maſſe, für den Augenblick, in dem ſie überwunden werden ſoll, dieſe Maſſe eben ſo ſtark, als die Cohäſion die unbeweglichen Theile, widerſtehen macht, und dieſe letztern, (d. h., die Wände des Gewehrs oder des Bohrlochs,) zerreiſsen, bevor die Kugel oder der Pfropf Zeit gehabt haben, merklich ihre Stelle zu verändern. Beide haben überdies nur einem wenig bedeutenden Theile der geſammten Expanſivkraft zu widerſtehen, welcher durch das Verhältniſs der Oberfläche dieſes beweglichen Theils zu der der ganzen Kammer beſtimmt wird. Was daraus für eine Wirkung entſtehen muſs, das veranſchaulicht der ganz gemeine Verſuch, daſs ein Schlag auf den Pfropf, wenn eine Bouteille ganz voll Flüſſigkeit iſt, und ſie den Pfropf berührt, die ſtärkſte Bouteille zerbricht; wegen der Flüſſigkeit und Incompreſſibilität pflanzt ſich nämlich der Schlag in demſelben Augenblicke auf alle Theile der innern Oberfläche der Flaſche fort, und dadurch wird der auf eine kleine Fläche wirkende Schlag ſo ausnehmend verſtärkt.

Sey indeſs meine Theorie die wahre oder nicht, ſo glaube ich auf jeden Fall, alle, welche es mit

Sprengen zu thun haben, auffordern zu müſſen, *beide Vortheile vereint zu verſuchen*: Sand ſtatt der Einſtampfung, welcher die Arbeiter aller Gefahr überhebt; und einen Zwiſchenraum zwiſchen Ladung und Pfropf, welches an Pulver ſpart. Es iſt nichts leichter, als beide, vermittelſt eines Cylinders aus Papier oder Pappe, deſſen Boden nach oben gerichtet wird und ein Loch für das Zündſtroh hat, zu vereinigen. Man hätte zwiſchen dem Papierboden und dem Pulver 2 bis 3 Zoll Raum zu laſſen, und 1 oder 2 Zoll hoch Sand darüber zu ſchütten, und dann wie gewöhnlich Feuer anzulegen.

Ich behalte es mir vor, bei der erſten Gelegenheit hierüber Verſuche anzuſtellen. *)

*) Da aus Nicholſon's Verſuch mit dem horizontal liegenden Flintenlaufe, (oben S. 122,) und aus andern dort angeführten Verſuchen zu erhellen ſcheint, daſs das Pulver den Sand etwas fortſchiebt, alſo ſich ſelbſt einen gröſsern Raum ſchafft, ſo möchte ich zweifeln, daſs die Wirkung bedeutend zunehmen werde, wenn man den Sand nicht unmittelbar auf das Pulver ſchüttet. Auch geſtehe ich, nicht recht einzuſehen, warum, wenn ein Zwiſchenraum zwiſchen Pulver und Pfropf vorhanden iſt, die Expanſivkraft des entzündeten Pulvers plötzlich und mit einem Mahle, und nicht eben ſo gut allmählich, als wenn das nicht der Fall iſt, auf die Wände und den Pfropf wirken ſollte. Die Erhöhung der Wirkung möchte ich noch immer

lediglich dem Umſtande zuſchreiben, daſs, wenn das Pulver locker liegt, die Entzündung ſich ſchneller durch die ganze Maſſe verbreitet, und daſs bei vier Mahl mehr Raum in der Pulverkammer, als das Pulver einnimmt, ſich vier Mahl mehr elaſtiſche Flüſſigkeit entbunden haben muſs, um ſie mit gleicher Dichtigkeit zu füllen, weſshalb es längere Zeit dauern muſs, bevor in dieſem Falle derſelbe Grad der Wirkung erreicht wird, da denn das Pulver Zeit hat, ſich vollſtändig zu entzünden und mit ſeiner geſammten Kraft zu wirken.

d. H.

II.

UNTERSUCHUNGEN

über Schall und Licht,

von

THOMAS YOUNG, M. D., F. R. S.,
ſpäterhin Profeſſor d. Phyſik an der Roy. Inſtit. in London.*)

(Bearbeitet vom Direct. Vieth *in Deſſau.)*

Schon längſt war es meine Abſicht, der Societät einige Bemerkungen über den Schall vorzulegen. Ich zog zu dem Ende, wo ich konnte, Belehrungen ein und ſtellte viele Verſuche an. Da aber das Feld der Unterſuchung ſich hierbei immer mehr erweiterte, und Jahre von Muſse, ja vielleicht ein ganzes Leben erfordert wird, es in ſeinem ganzen Umfange zu durchforſchen; ſo will ich inzwiſchen der Societät einige Reſultate mittheilen, welche ich aus meinen bisherigen Verſuchen gezogen habe. Sie werden Folgendes betreffen: 1. die Menge von Luft, welche bei einem gegebenen Drucke durch eine Oeffnung entweicht; — 2. die Richtung und Geſchwindigkeit der aus einer Oeffnung hervor ſtrömenden Luft; — 3. Sichtbarmachung der Natur des Schalles; — 4. Geſchwindigkeit des Schal-

*) Aus den *Philoſophical Transactions of the Roy. Society of London for the Year* 1800, p. 106 f. Man vergleiche den vorigen Band der *Annalen*, S. 272. *d. H.*

les; — 5. Tönende Höhlungen; — 6. den Grad der Divergenz und — 7. die Abnahme des Schalles; — 8. harmonische Töne der Pfeifen; — 9. die Vibrationen verschiedener elastischer Flüssigkeiten; — 10. die Analogie zwischen Schall und Licht; — 11. das Zusammenschmelzen musikalischer Töne; — 12. die Zahl der Schwingungen für einen gegebenen Ton; — 13. die Schwingungen der Saiten; — 14. die Schwingungen von Stäben und Platten; — 15. die menschliche Stimme; — und 16. die Temperatur der musikalischen Intervalle.

1. *Luftmenge, die bei einem gegebenen Drucke durch eine Oeffnung entweicht.*

Vor den Hals eines weiten gläsernen Trichters wurde ein Stück Blase gespannt, und in dieses mit einer heisen Nadel ein Loch gestochen. Dieser Trichter wurde umgekehrt in ein Gefäs mit Wasser gesetzt, und mit der Luft im Innern desselben eine Art von Barometerprobe, [mit Wasser,] mit graduirter Glasröhre, [eine so genannte Windwage,] so verbunden, dafs sie den Druck maafs, unter welchem sich die Luft bei verschiedenen Wasserhöhen befand. Da die Luft aus dem in die Blase gestochenen Loche allmählich entwich, so füllte man in gleichen Zwischenzeiten Flaschen voll Luft von bekanntem Inhalte nach, und zwar so häufig, dafs die Windwage während jedes Versuchs auf der Höhe stehen blieb, welche in der folgenden Tabelle in der zweiten Columne in englischen Zollen angege-

ben wird. In der erſten findet man die Gröſse der in die Blaſe geſtochenen kreisförmigen Oeffnung in Theilen eines engliſchen Quadratzolles, und in der dritten die Menge von Kubikzollen Luft, welche aus dieſer Oeffnung in einer Minute entwichen. (Alle Maaſse in dieſem Aufſatze ſind in Zollen, Quadratzollen und Kubikzollen, und zwar nach engliſchem Maaſse ausgedruckt, wenn nicht das Gegentheil ausdrücklich erinnert wird.)

	Oeffnung.	Druck.	Luftmenge.
1	0,00018 Q. Z.	0,25 Zoll.	3,9 K. Z.
2	0,00018	0,58	11,7
3	0,00018	1,	15,6
4	0,001	0,045	7,8
5	0,001	0,2	15,6
6	0,001	0,8	31,2
7	0,004	0,35	46,8

Man ſieht aus dieſen Verſuchen, daſs die Menge von Luft, welche durch eine gegebene Oeffnung entweicht, nahe im Verhältniſſe der Quadratwurzeln des Drucks ſteht, und daſs bei einerlei Druck das Verhältniſs der entweichenden Luftmenge zwiſchen das Verhältniſs der Durchmeſſer und der Flächen der Oeffnungen fällt.

Folgende Verſuche wurden, mit einigen Veränderungen im Apparate, angeſtellt: die beiden erſten mit Röhren, deren Oeffnung und Länge in den beiden erſten Columnen der folgenden Tafel angegeben ſind; der dritte mit einer am Ende oval gemachten Glasröhre, deren Durchmeſſer 0,085 und 0,125 Zoll betrugen.

Verf.	Oeffnung.	Länge.	Druck.	Luftmenge.
1	0,07 Q. Z.	1 Z.	1 Z.	2000 K. Z.
	0,07	2	1	2900
2	0,0064	1,15	0,2	46,8
	0,0064	10	0,45	46,8
	0,0064	13,5	0,35	31,2
	0,0064	13,5	0,7	46,8
3	0,003		0,28	46,8

Vergleicht man dieſe mit Röhren angeſtellten Verſuche mit den vorigen, wo die Oeffnung eine einfache Durchbohrung war, ſo zeigt ſich, daſs auch hier wie beim Waſſer eine kurze Röhre das Ausſtrömen vermehrt.

2. *Richtung und Geſchwindigkeit der einſtrömenden Luft.*

Mit einem Reſervoir, worin Luft unter einem beſtimmten Drucke erhalten wurde, war eine ſehr empfindliche Windwage verbunden, welche ſelbſt die geringen Variationen anzeigte, die jeder Schlag des Herzens in einem Luftſtrome hervor bringt, den man gleichförmig aus der Lunge bläſt. Die Luft ſtrömte aus dem Reſervoir durch eine cylindriſche Röhre herabwärts auf eine weiſse Platte, worauf eine Scale von gleichen Theilen geſtochen war. Man überzog dieſe Platte mit einer dünnen Lage einer gefärbten Flüſſigkeit und beobachtete nun die Gröſse der Stelle, welche durch den Luftſtrom in verſchiedenen Entfernungen von der Oeffnung der Röhre trocken gemacht wurde, wobei

man stets Sorge trug, die Flüssigkeit so dünn aufzutragen, dass die geringste Einwirkung der Luft sie fortnahm. Den Erfolg dieser Versuche enthält die folgende Tabelle.

Oeffnung der Röhre		0″,07				0″,1	
Abstand von der Platte		1″	2″	3″	3″,8	1″	2″
Druck in Wasserhöhe ausgedruckt		Dur	chm	ess'd.	getro	ck. S	telle
	1″	0″,1	0″,1	0″,1		0″,1	0″,1
	2	0,12	0,12	0,2		0,13	
	3	0,17	0,25	0,3		0,2	0,2
	4	0,2	0,4	0,4		0,25	0,3
	5	0,25	0,5				
	6	0,3	0,52			0,3	0,4
	7	0,35	0,54	0,5		0,35	0,5
	8	0,37	0,56				
	9	0,39	0,58				
	10	0,40	0,6	0,6	0,5	0,35	0,6
	15		0,7			0,35	0,7
	18	0,50					
	20					0,35	0,7

Auf Taf. V sind in Fig. 1 — 6 einige Resultate dieser Versuche mit einer Röhre von 0″,07 im Durchmesser abgebildet, und zwar der Folge nach bei 1″; 2″; 3″; 4″; 7″ Druck.

Um die Geschwindigkeit des entweichenden Luftstroms an verschiedenen Stellen mit mehr Genauigkeit und Präcision zu messen, wurde ein zweites hohles Gefäss mit einer Windwage eingerichtet. In die Mündung dieses Gefässes liessen sich Platten mit Durchbohrungen von verschiedenen Durchmessern einsetzen. Die Achse des Luftstroms wurde stets so genau als möglich auf die Mitte dieser Oeffnungen gerichtet. Den Erfolg dieser Versuche bei verschiedenem Drucke und verschiedener Entfernung zeigt folgende Tafel:

Durchmeſſer der Röhre.	0″,06		0″,1				0″,1			
Abſtand der ihr gegenüberſtehenden Oeffnung.	0,5		0,5				1			
Durchmeſſer dieſer Oeffnung.	0,06	0,15	0,06	0,15	0,3	0,5	0,06	0,15	0,3	0,5
Druck nach der erſten Windwage.	Stand der zwei-									
0,1	0,083		0,05	0,05			0,03			
0,2	0,16		0,1	0,1			0,12	0,08	0,02	
0,3	0,25	0,1								
0,4	0,35									
0,5	0,45		0,2	0,22			0,1*	0,00		
0,6	0,53	0,2								
0,7	0,6									
0,8		0,3								
1,	0,5		0,32	0,36	0,1		0,17	0,1	0,1	0,05
1,2	0,4	0,4								
1,5	0,6									
2	0,67	0,55	0,52	0,6	0,2		0,28	0,22	0,21	0,08
3			0,8	0,9	0,3		0,4	0,36	0,32	0,12
4	0,3	1	1,1	1,2	0,4		0,58	0,52	0,42	0,16
5				1,5	0,5		0,8	0,68	0,52	0,2
6				1,7	0,6		1	0,83	0,63	0,25
7				1,9	0,7		1,2	1,	0,75	0,3
8		2		2,1	0,8		1,5	1,2	0,88	0,34
9	0,3			2,3	0,9		1,7	1,4	1	0,37
10				2,6	1		1,9	1,6	1,1	0,4
14	0,5									

* Die beiden Zahlen, zwiſchen welchen dieſes Zei-

o",1			o",1			o",3				o",3				o",3	
2			4			1,15				3,3				4	
06	0,3	0,5	0,06	0,3	0,5	0,15	0,3	0,5	1	0,06	0,15	1	1	0,06	

n Windwage.

017															
034															
00*							0,1	0,1	0,1						
04							0,2	0,2	0,2						
07							0,4	0,35	0,34	0,13	0,1	0,1	0,126		
12	0,1	0,1					0,6	0,5	0,5	0,2	0,15	0,15	0,18	0,1	
18	0,15	0,14													
23	0,2	0,18	0,04	0,04	0,05										
3	0,25	0,22	0,05	0,05	0,06										
35	0,3	0,26	0,06	0,06	0,07										
4	0,34	0,3	0,07	0,07	0,07										
45	0,37	0,34	0,08	0,08	0,08										
5	0,4	0,37	0,09	0,09	0,09										

en ſteht, ſcheinen fehlerhaft zu ſeyn. V.

Fig. 7—12, Taf. V, veranschaulichen einige der Resultate, die mit einer Röhre von 0″,1 Oeffnung erhalten wurden, und zwar beziehen sich die ausgezeichneten Linien auf die Versuche mit der Windwage und einer feuchten Platte; die punktirten Linien hingegen auf die Versuche mit zwei Windwagen. Man sieht aus dieser Vergleichung, dafs da, wo der Luftstrom eine geringe Geschwindigkeit hatte, der mittelste Theil desselben allein die Feuchtigkeit wegnahm, dafs dagegen der Luftstrom, wenn er bei einer grofsen Geschwindigkeit auf ein Hindernifs stöfst, einen seinen Querschnitt etwas übertreffenden Kreis von Feuchtigkeit wegnimmt. Der Druck war in den hier abgebildeten Versuchen der Reihe nach 1″; 2″; 3″; 4″; 7″; 10″.

Da die Geschwindigkeit des Stroms, so wohl nach der allgemein angenommenen Meinung als nach den bereits erzählten Versuchen, sich ziemlich nahe wie die Quadratwurzel des Drucks verhält, von welchem er veranlafst wird; so läfst sich schliefsen, dafs ein eben so grofser Druck erfordert wird, um seinen Fortgang zu hemmen, und dafs die Geschwindigkeit des Stroms da, wo er gegen die Oeffnung stöfst, sich wie die Quadratwurzel des Drucks verhalten müsse, welche die Windwage anzeigt. Dem gemäfs sind die Ordinaten der krummen Linien, Fig. 13—23, in dem umgekehrten Verhältnisse der Quadratwurzeln des Drucks genommen, welchen die zweite Windwage in verschiedenen Entfernungen angab. Diese Entfernungen der Oeffnungen

des

des erſten und zweiten Gefäſses von einander ſtellen hier die Abſciſſen vor. Jede Figur iſt für einen verſchiedenen Grad des Drucks im erſten Gefäſse gezeichnet. Die zunächſt an der Achſe befindliche krumme Linie iſt aus den Beobachtungen hergeleitet, wo die der Röhre entgegen ſtehende Oeffnung nicht gröſser war als die Oeffnung der Röhre ſelbſt; ſie zeigt, wie groſs der Durchmeſſer des Luftſtroms ſeyn würde, wenn die Geſchwindigkeiten aller in einem und eben demſelben Querſchnitte liegenden Lufttheilchen unter ſich gleich wären. Da die Theilchen, welche nahe bei der Achſe, alſo nahe am Mittelpunkte des Querſchnittes liegen, in ihrer Bewegung weniger gehindert werden, als die dem Umfange näher liegenden, ſo muſs ſich nothwendig die Geſchwindigkeit durch die zweite Windwage deſto gröſser ergeben, je weniger von den letztern langſamer bewegten Lufttheilchen in die Oeffnung dringen, das heiſst, je kleiner die der Mitte des Stroms entgegen gekehrte Oeffnung iſt. Indeſs iſt der Unterſchied nicht ſonderlich merklich, ſo lange dieſe Oeffnung nicht gröſser als die der Röhre iſt. Wenn die Oeffnung gröſser als die der Röhre und der Abſtand beider von einander nur ſehr geringe iſt, ſo wird begreiflich die zweite Windwage eine weit geringere Geſchwindigkeit anzeigen, als wenn die Oeffnung kleiner wäre. In gröſserm Abſtande aber, wo der Querſchnitt des Luftſtroms ungefähr ſo groſs wird, wie die entgegen gekehrte Oeffnung, iſt der Unterſchied der Geſchwindigkei-

ten, die ſich bei dieſer und einer kleinern Oeffnung ergeben, weniger beträchtlich. Zuweilen ſcheint ſich ſogar bei der gröſsern Oeffnung eine gröſsere Geſchwindigkeit zu ergeben, welches zum Theil daher rühren mag, daſs die enge Oeffnung nicht recht genau in der Achſe des Stroms gehalten wurde, hauptſächlich aber wohl von dem Entgegenſtrömen der Luft an den Seiten der Oeffnung. In dieſem Falle kommen die äuſsern Curven eine kleine Strecke hindurch der Achſe näher als die innere Curve und gehen nachher ſehr nahe an dieſer innern fort. (Die eben genannten äuſsern Curven beziehen ſich nämlich auf eine entgegen gekehrte Oeffnung, deren Halbmeſſer der erſten Ordinate der Curve gleich iſt.) Aus dem Beiſammenbleiben der Curven erhellet, daſs der Luftſtrom im Ganzen innerhalb des körperlichen Raums begränzt bleibt, der durch die Umdrehung der innern Curve um die Achſe beſchrieben wird. Der Winkel, unter welchem dieſe Curve an irgend einer Stelle gegen die Achſe geneigt iſt, erreicht nicht leicht 10 Grad.

Aus der Beobachtung einer Lichtflamme am Blaſerohre läſst ſich eben daſſelbe ſchlieſsen. Die Flamme divergirt nicht auſser den engen Gränzen des Luftſtroms; ſie wird vielmehr an einer Stelle von der umgebenden Luft gegen die Achſe des Stroms hingedrängt, um die Luft zu erſetzen, welche ſie durch Reibung mit ſich fortgeriſſen hat. Die Mittheilung der Bewegung zur Seite, welche der Profeſſor Venturi ſcharfſinnig und genau bei dem

Wasser beobachtet hat, *) ist vollkommen derjenigen ähnlich, die hier bei der Luft Statt findet, und die Versuche bei der Luft rechtfertigen ihn vollkommen, dass er den Zusammenhang des Wassers als Ursache davon verwirft. Unstreitig liegt der Grund davon in der relativen Lage der Theilchen des Fluidums in der Linie des Stroms zu der Lage der Theile in den angränzenden Schichten, welche von der Art ist, dass sie natürlich auf Mittheilung der Bewegung ungefähr in paralleler Richtung hinleitet; und dies kann füglich *Friction* genannt werden. Der Seitendruck, welcher die Lichtflamme gegen den Luftstrom aus dem Blaserohre hindrängt, ist wahrscheinlich ganz ähnlich dem Drucke, welcher die Beugung eines Luftstroms nahe bei einem ihm im Wege stehenden Hindernisse verursacht. Man betrachte das Grübchen, welches durch einen Luftstrom auf der Oberfläche des Wassers gemacht wird, bringe nun einen convexen Körper mit den Seiten des Luftstroms in Berührung, und man wird sogleich an der veränderten Stelle des Grübchens wahrnehmen, dass der Strom gegen den Körper zu gebeugt wird. Ist umgekehrt der Körper in jeder Richtung frei beweglich, so wird *er* gegen den Strom zugedrängt, gerade so, wie in Venturi's Versuchen eine Flüssigkeit in einer Röhre in die Höhe getrieben wurde, die seitwärts an einer an-

*) Venturi's Untersuchungen findet man in den *Annalen*, II, 418 f. *d. H.*

gebracht war, durch welche Waſſer ſtrömte. Ein ſolches Entgegenſtehen eines Hinderniſſes in der Richtung des Windes iſt wahrſcheinlich oft die Urſache vom Rauchen der Schornſteine.

Ein Umſtand wurde in dieſen Verſuchen beobachtet, welcher ſehr ſchwer zu erklären iſt und zu wichtigen Folgerungen leitet. Man kann die Erſcheinung dem Auge deutlich darſtellen, wenn man einen Strom von Rauch ſanft durch ein feines Rohr bläſet. Wenn die Geſchwindigkeit ſo geringe als möglich iſt, ſo geht der Strom eine Strecke von mehrern Zollen hindurch, ohne ſich merklich zu erweitern, und dann divergirt er auf Ein Mahl unter einem beträchtlichen Winkel und bildet ſich zu einem Kegel, Fig. 24, und in dem Punkte der Divergenz iſt eine hörbare und ſelbſt ſichtbare Erzitterung. *) Auch am Löthrohre läſst ſich dieſe Erſcheinung beobachten. In ſo fern man aus der Bewegung der Flamme urtheilen kann, ſcheint der Strom in der Oberfläche des Kegels ſich gleichſam in einem Wirbel zu drehen; aber die Bewegung iſt

*) Ich muſs hier eine Anmerkung machen, die für mehrere andere Stellen dieſes Aufſatzes zugleich gelten mag, daſs ich nämlich, vorzüglich in zweifelhaften Fällen, *treu* überſetze, daſs mir aber Young nicht immer deutlich ſich auszudrucken ſcheint. Hier iſt nun der *Ausdruck* zwar gar nicht undeutlich „*audible and even viſible vibration.*“ Aber die *Sache*? *Hörbare* Erzitterung in einem *Rauchſtrome*? — Ich habe doch ſonſt ein ziemlich leiſes

zu ſchnell, um deutlich wahrgenommen zu werden. Wenn der Druck, der den Rauchſtrom forttreibt, gröſser wird, ſo rückt die Spitze des Kegels näher nach der Oeffnung der Röhre zu, (Fig. 25, 26,) aber kein Grad des Drucks ſcheint ſeine Divergenz weſentlich zu ändern. Der Abſtand der Spitze des Kegels iſt dem Durchmeſſer des Stroms nicht proportional; vielmehr ſcheint er deſto gröſser zu ſeyn, je dünner der Strom iſt; auch iſt er bei einem dünnen Strome beſtimmter begränzt, als bei einem dicken.

Bei Verſuchen mit einer Röhre von 0,1 Zoll im Durchmeſſer fand ſich Folgendes:

Druck nach d. Windwage	0,4	0,8	1,2	1,8	2	4
Abſtand des Kegels von d. Oeffnung der Röhre	6	3	1,5	1	0,5	0,6

Andere Verſuche gaben die Entfernungen bei denſelben Graden des Drucks beträchtlich geringer. Aus den Zahlen der Tafel auf Seite 254 ſieht man, daſs in verſchiedenen Fällen eine gröſsere Höhe der erſten Windwage eine geringere bei der zweiten zur Folge hat: dies rührt von der gröſsern Annäherung

Gehör und habe manchen Rauchſtrom durch die Tabakspfeife geblaſen, aber ich geſtehe, daſs es mir nie gelungen iſt, eine Erzitterung darin zu hören. Wer das kann, der müſste wirklich auch das Gras wachſen hören. Young hätte wenigſtens lieber ſagen ſollen: *viſible and even audible*, weil das Hören hier gewiſs mehr ſagen will, als das Sehen. *T.*

der Spitze des Kegels an die Oeffnung der Röhre her, wobei dann der Strom durch seine frühere Divergenz mehr an Geschwindigkeit verliert, als er durch den gröfsern Druck gewinnt. Auf den ersten Blick hat die Form des Luftstroms Aehnlichkeit mit der *vena contracta* eines Wasserstrahls; aber Venturi hat beobachtet, dafs bei dem Wasser ein vergröfserter Druck auch den Abstand der verengerten Stelle des Strahls von der Oeffnung der Röhre vergröfsert.

Sollte wohl die Leichtigkeit, womit verschiedene Spinnen, wie man behauptet, ihre feinen Fäden auf eine grofse Weite fortwerfen, von dem geringen Grade von Geschwindigkeit abhängen, womit diese fortgestofsen werden, indem sie gleich einem dünnen Strome wenig Widerstand von der Luft erleiden und ihren Weg eine ziemliche Zeit lang fortsetzen? *)

3. *Sichtbarmachung der Natur des Schalles.*

Eine Röhre, ungefähr $\frac{1}{15}$ Zoll im Durchmesser mit einer Seitenöffnung, $\frac{1}{2}$ Zoll vom Ende, ein wenig tiefer als bis an die Achse der Röhre eingeschnitten, (Fig. 27,) wurde in die Spitze eines konischen Gefäfses [Trichters] eingesetzt und dicht verkittet. Die Röhre gab angeblasen, wenn die

*) Herr Young bringt hier ziemlich heterogene Dinge zusammen. Ob übrigens das Factum von den Spinnen gegründet sey, überlasse ich den Araneologen, zu untersuchen. *V.*

koniſche Höhlung etwa 20 Kubikfuſs Luft enthielt, den Ton $\underline{c}$; ſo wie aber der Raum der Höhlung ſtufenweiſe bis zu einigen Gallonen vergröſsert wurde, ſo wurde der Ton mit demſelben Mundſtücke immer tiefer und tiefer, bis es kein menſchlicher Ton mehr war. Vor dieſer Periode war eine Art von Bebung hörbar, und dieſe verwandelte ſich, bei noch mehr vergröſserter Höhlung, in eine Folge einzeln hörbarer Schläge, ähnlich dem Geräuſche, welches man mit den Lippen macht, wenn man die Luft heraus ſtöſst, etwa 3 bis 4 in einer Secunde. Dieſe Schläge waren ohne Zweifel die einzelnen Vibrationen, welche, wenn ſie ſchnell genug auf einander folgen, dem Gehörnerven die Empfindung eines Tons geben. Wenn ein Strom von Rauch durch die Röhre geblaſen wurde, ſo war die vibrirende Bewegung des Stroms, indem er durch die Seitenöffnung ging, dem Auge ſichtbar, obgleich verſchiedener Umſtände wegen die Gröſse und Richtung der Bewegung keiner genauen Meſſung konnte unterworfen werden. Dieſe Art von tönender Höhlung ſcheint nur weniger harmoniſcher Töne fähig zu ſeyn. Man bemerkte, daſs ein ſchwaches Blaſen ſchnellere Schwingungen hervor brachte, als ein ſtärkeres, welches der Gröſse der Höhlung angemeſſener ſchien. Ein ähnlicher Umſtand findet auch bei weiten Orgelpfeifen Statt. Wir übergehen aber hier der Kürze wegen mehrere kleine Beobachtungen dieſer Art, wiewohl ſie übrigens der Beachtung nicht unwerth ſeyn möchten, um eine

Theorie vom Urſprunge der Vibrationen aufzuſtellen, oder eine, die aus andern Quellen hergenommen wäre, zu beſtätigen. Für ſich allein würden ſie doch nicht hinlänglich ſeyn, um allgemeine Reſultate daraus herzuleiten.

4. *Geſchwindigkeit des Schalles.*

La Grange und andere haben bewieſen, daſs jede Bewegung, die irgend einem Theilchen einer elaſtiſchen Flüſſigkeit mitgetheilt wird, ſich durch dieſe Flüſſigkeit mit einer gleichförmigen Geſchwindigkeit fortpflanzt, die lediglich von der Beſchaffenheit des Fluidums beſtimmt wird, und von jedem angenommenen Geſetze über die Fortpflanzung des Eindrucks unabhängig iſt. Das Theorem, wodurch ſie dieſe Geſchwindigkeit beſtimmen, iſt daſſelbe, welches Newton aus der Hypotheſe eines beſondern Geſetzes der Fortpflanzung herleitet. Man muſs aber geſtehen, daſs die Reſultate der Theorie etwas zu weit von denen der Erfahrung abweichen, um ein vollkommenes Zutrauen in jene zu ſetzen. *) Den Berichtigungen durch Verſuche verſchiedener Beobachter gemäſs, iſt bei der gemeinen Luft die Geſchwindigkeit, womit ein Eindruck fortgepflanzt wird, im Mittel auf 1130 engliſche Fuſs in 1 Secunde zu ſetzen.

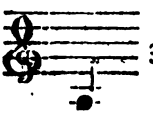
*) Man vergleiche hiermit die Gedanken der Herren Biot, Brandes und Prechtl in den *Annalen*, XVIII, 385 f., und XXI, 449, über dieſe ſcheinbare Abweichung. *d. H.*

5. *Tönende Höhlungen.*

La Grange hat auch bewiesen, dafs jeder Eindruck mit eben der Geschwindigkeit von einem Körper, der ein elastisches Fluidum begränzt, zurück geworfen wird, mit welcher er zu diesem Körper gelangte. Wenn die Wände eines Ganges oder eines leeren Zimmers glatt und parallel sind, so giebt jede Explosion, jedes Stampfen mit dem Fusse, u. dgl., der Luft einen Eindruck, welcher von einer Wand zur andern, und von dieser in das Ohr reflectirt wird, nahe in derselben Richtung, wie die ursprüngliche Erschütterung; und dies geschieht so oft in 1 Secunde, als die doppelte Breite des Ganges in 1130 Fuss enthalten ist. Das Ohr erhält also die Empfindung eines musikalischen Tons, dessen Höhe sich nach der Breite des Ganges richtet. Wenn man den Versuch macht, so wird sich der Erfolg vollkommen mit dem eben Gesagten übereinstimmend finden. Wenn der Ton vorher bestimmt, und die Menge der Schwingungen so beschaffen ist, dafs jeder Schlag, nachdem er zwei Mahl zurück geworfen worden, mit dem folgenden unmittelbar von dem klingenden Körper herkommenden zusammen trifft, so wird die Stärke des Schalles durch die Zurückwerfung sehr vergröfsert; so auch, in geringerm Grade, wenn der zurück geworfene Schlag mit dem zweiten, dritten, u. s. w., der directen Schläge, (welche auf den ersten folgen,) zusammen trifft. Der einem Zimmer eigenthümliche Ton kann sogleich entdeckt werden, wenn

man die Scale darin singt, und man wird finden, dafs er immer von dem Verhältnisse der Länge oder der Breite des Zimmers zu 1130 Fufs abhängt. *)

*) Zu Versuchen dieser Art sind schmale Zimmer mit platten und hohen Wänden am besten. Dasjenige, welches ich gewöhnlich bewohne, ist ungemein tönend. Es ist 10½ Fufs rheinl. breit. Wenn keine Bücherrepositorie darin sind, so giebt jede einfache Explosion, z. B. Klatschen mit der Hand, Schnalzen mit der Zunge, u. dgl., ganz bestimmt den Ton *A* nach hiesiger Stimmung; aber es ist schwer, zu unterscheiden, ob Contra-*A*, oder Grofs-*A*, oder ungestrichen *a*. Nachdem der Schall selbst verschieden ist, scheint eins oder das andere Statt zu finden. Schlägt man die Hände hohl zusammen, so scheint auch eine tiefere Octave zu resoniren, als wenn man sie flach zusammen schlägt; aber immer ist es *A*, wenn nämlich der ursprüngliche Schall selbst nicht ein bestimmter musikalischer Ton, sondern nur eine blofse Explosion ist. Nimmt man 1100 Fufs rheinl. für die Weite, durch welche der Schall in 1 Sec. geht und dividirt dies mit der Breite des Zimmers 10½, so erhält man 104,7; man kann also als runde Zahl 100 Repercussionen in 1 Sec. annehmen, welches denn Contra-*A* nach jetziger ziemlich hoher Stimmung hervor bringt.

Ich bemerke bei dieser Gelegenheit noch zweierlei: *erstens* eine Verschiedenheit zwischen Euler's Theorie und Sarti's Versuchen. Euler findet für *a* ungestrichen  392 Schwingungen; dies ist nach damahliger Stimmung zu ver-

Der Ton in den gedackten *Orgelpfeifen* wird auf eine ähnliche Art wie der von einer Explosion in einem Gange hervor gebracht, und der Ton der

stehen; man kann bei jetziger Zeit, wo Preise, Künste und Saitenstimmung immer höher getrieben werden, für *a* ohne Bedenken 400 nehmen, welches denn auch vortrefflich mit der eben erwähnten Resonanz überein trifft. Sarti aber fand, wie in den *Annalen*, XXI, 278, erwähnt ist, für *a*, (eingestrichen *a*,) vermittelst des Pulsirens unter einer Unisone 436 Schwingungen. Das stimmt nun mit Obigem nicht gut. Sarti meint Doppelschwingungen, das gäbe dann aber 872 einfache, welches eingestrichen *a* sehr hoch gäbe. Ob man in dem Petersburger Orchester eine so hohe Stimmung hat, weiss ich nicht bestimmt. Chladni nimmt dies an, (*Akustik*, S. 35, §. 29, Anm.)

Die *zweite Bemerkung*, die mir bei dieser Stelle einfällt, betrifft eine Stelle in Chladni's *Akustik* Im §. 212, Seite 246, heisst es so: „Wenn die „Wiederhohlungen stark und schnell genug erfol„gen, so könnte man hier fast behaupten, dass „durch einen einfachen Stofs ein eigentlicher Klang „erregt werde." Was mir hierbei auffiel, war der *modus potentialis: man könnte fast behaupten*. Ich wundere mich, dass Chladni, der so musterhaft den Weg der Versuche geht, nicht bestimmt hierüber aus Versuchen spricht. Das Phänomen ist gar nicht zweifelhaft, und zeigt sich in unzähligen leeren Zimmern und Gallerieen, die hinlänglich geringe Weite und hinlänglich grofse Höhe haben. Aeufserst stark und bestimmt habe ich diesen *Repercussionston* unter andern zwischen einer

Rohrpfeifen in einer Orgel auf ähnliche Art, wie die Reſonanz der Stimme in einem Zimmer, — indem die Länge der Pfeife in jenen die Höhe des Tons beſtimmt, in dieſen die Stärke vermehrt. Die Zahl der Schwingungen hängt unmittelbar durchaus nicht vom Durchmeſſer der Pfeife ab. Man muſs geſtehen, daſs in Erklärung der eigentlichen Entſtehungsart der Luftſchwingungen in den Orgelpfeifen, noch viel zu thun übrig iſt. Daniel Bernoulli hat verſchiedene ſchwierige hierher gehörige Probleme aufgelöſt; dennoch ſind viele ſeiner Vorausſetzungen nicht nur willkührlich, ſondern auch ſogar gegen die Erfahrung.

6. *Verbreitung des Schalles.*

Man hat, vorzüglich auf Newton's Autorität hin, allgemein angenommen, daſs, wenn irgend ein Ton durch eine Oeffnung in ein Zimmer gelaſſen wird, derſelbe ſich von dieſer Oeffnung gleichförmig nach allen Richtungen verbreiten müſſe. Die Hauptargumente für dieſe Meinung ſind aus der Betrachtung der Erſcheinungen beim Drucke der Flüſſigkeiten und der Bewegung der Wellen in einem ſtehenden Waſſer hergenommen.

Aber es ſcheint doch, daſs man hier etwas übereilt geſchloſſen habe. Es iſt ein weſentlicher Un-

Kirche und dem nahe dabei abgeſondert ſtehenden Glockenthurme in einem Dorfe, Wattwarden, (in der Herrſchaft Jever,) bemerkt, wo ich einen Theil meiner Jugend verlebte. *V.*

terſchied zwiſchen Stoſs und Druck. Bei den Waſſerwellen iſt die bewegende Kraft in jeder Stelle die Schwere, welche urſprünglich ſenkrecht wirkt, und nur durch beſondere Umſtände ſich in eine horizontale Kraft nach der Richtung der Fortpflanzung der Wellen verwandelt, ſo daſs ſie dieſe in jedem Augenblicke nach jeder Richtung fortzupflanzen fähig iſt; hingegen der Stoſs, der einem elaſtiſchen Fluidum mitgetheilt wird, wirkt urſprünglich in der Richtung ſeines Fortganges.

Wenn man jemanden durch ein Sprachrohr zuruft, ſo richtet man dieſes bekanntlich nach der Gegend hin, wo der Hörer ſteht; und ein ſehr achtungswerthes Mitglied der königlichen Societät hat mir verſichert, daſs der Knall einer Kanone oft ſtärker gehört werde, wenn man in der Gegend ſteht, gegen welche ſie abgefeuert wird, als in der entgegen geſetzten. Es iſt eine gemeine Erfahrung, daſs das Getöſe einer Mühle, eines Waſſerfalles, u. dgl., ſtärker gehört wird, wenn man um eine Ecke herum kömmt, ſo daſs nun nicht mehr ein Haus oder ein anderes Hinderniſs den Schall auffängt; und Euler hat ſchon angemerkt, daſs wir keinen für den Schall ganz undurchdringlichen Körper kennen. In der That würde, wie Lambert ganz richtig anführt, die ganze Theorie des Sprachrohrs, die ſich doch durch Erfahrung bewährt, gänzlich umgeſtoſsen werden, wenn man beweiſen könnte, daſs der Schall ſich gleichförmig nach allen Richtungen verbreite. Bei windigem Wetter kann man oft be-

merken, dafs der Schall einer entfernten Glocke oft faſt augenblicklich in ſeiner Stärke verändert wird, ſo dafs er das eine Mahl aus einer wohl doppelt ſo grofsen Entfernung herzukommen ſcheint als das andere Mahl, wie dies auch von einem andern ungemein genauen Beobachter von Naturerſcheinungen wahrgenommen iſt. Wenn aber der Schall ſich gleichförmig nach allen Richtungen verbreitet, ſo könnte die Veränderung, welche der Wind verurſacht, niemahls über $\frac{1}{10}$ der ſcheinbaren Entfernung betragen. Hingegen bei Vorausſetzung einer beinahe geradlinigen Bewegung kann es ſich gar wohl ereignen, dafs eine geringe Aenderung in der Richtung des Windes den Schall entweder direct oder reflectirt mit ſehr verſchiedenen Graden der Stärke zu derſelben Stelle hinführt.

Nach den oben [S. 260] erzählten Verſuchen über die Bewegung eines Luftſtroms läſst ſich vermuthen, dafs ein Schall, der durch eine Oeffnung auf eine beträchtliche Weite von ſeinem Urſprunge fortgepflanzt wird, mit faſt unmerklicher Divergenz in derſelben Richtung fortgehe; denn die wirkliche Geſchwindigkeit der Lufttheilchen in dem ſtärkſten Schalle iſt ohne Vergleich geringer, als die Geſchwindigkeit des langſamſten Luftſtroms in den erwähnten Verſuchen, wo die koniſche Divergenz am weiteſten von der Oeffnung anfing. Dr. Matthew Young hat nicht ohne Grund dem Herrn Hube den Einwurf gemacht, dafs die Wirklichkeit einer Verdichtung eine Divergenz in dem

Schalle verurſachen müſste; aber in den erwähnten Luftſtrömen muſs ein weit gröſserer Grad von Verdichtung Statt gefunden haben, als bei irgend einem Schalle. Es iſt freilich ein Unterſchied zwiſchen einem Luftſtrome und dem Schalle, nämlich daſs bei dem letztern die Bewegungen der verſchiedenen Lufttheilchen nicht gleichzeitig ſind; aber es läſst ſich nicht beweiſen, daſs dieſer Umſtand auf die Divergenz der Bewegung Einfluſs haben ſollte, ausgenommen in dem Augenblicke ihres Entſtehens, und vielleicht auch da nicht in einem bedeutenden Grade, denn überhaupt wird die Bewegung nur mit ſehr allmähligem Wachsthume an Stärke mitgetheilt. *)

Der Gegenſtand verdient indeſs auf jeden Fall eine nähere Unterſuchung, und ich habe mir, ſo bald es die Umſtände erlauben, eine Reihe von Verſuchen vorgeſetzt, um die Sache beſſer zu begründen und die verſchiedene Stärke eines in irgend einer gegebenen Richtung erregten Schalles in verſchiedenen Entfernungen von der Achſe der Bewegung, ſo genau als möglich, auszumitteln.

7. *Abnehmen des Schalles.*

Ueber das Abnehmen des Schalles giebt es verſchiedene Meinungen. La Grange hat eine Berechnung bekannt gemacht, nach welcher *die Stärke*

*) *For, in general, the motion is communicated with a very gradual increaſe of intenſity.*

des Schalles beinahe in dem einfachen Verhältniſſe der Entfernungen abnehmen müſste, und Daniel Bernoulli's Gleichungen für die Töne koniſcher Pfeifen leiten auf ähnliche Schlüſſe; eben das würde ſich aus den Raiſonnements der Herren Helſham, Matthew Young und Venturi ergeben. Mac Laurin hat ſehr elegant bewieſen, was auch auf eine ſimplere Art gezeigt werden kann, daſs, wenn eine Bewegung einer Reihe von elaſtiſchen Körpern mitgetheilt wird, wovon immer einer gröſser als der andere, und die Anzahl von Körpern unendlich groſs, ihr Unterſchied aber unendlich klein iſt, alsdann die Bewegung des [illegible] zu der des erſtern in dem Verhältniſſe der Quadratwurzeln ihrer Gröſsen ſtehe; und da concentriſche ſphäriſche Luftſchichten im Verhältniſſe des Quadrats der Entfernungen ſtehen, ſo wird die Bewegung in dieſem Falle ſich direct und *die Geſchwindigkeit ſich umgekehrt wie die Entfernung verhalten.* *) Aber ſo richtig dies für den erſten Stoſs

*) Wenn Maſſe, Geſchwindigkeit, Quantität der Bewegung, und Entfernung, nach der Ordnung durch $\begin{Bmatrix} M , C , Q , D \\ m , c , q , d \end{Bmatrix}$ bezeichnet werden, ſo iſt bekantlich $Q : q = MC : mc.$

Wenn nun nach Mac Laurin „*motion is in ſubduplicate ratio of the magnitudes*“;

alſo $Q : q = \sqrt{M} : \sqrt{m}$ und nach obigem $M : m = D^2 : d^2$,

ſo iſt $Q : q = D : d$,

d. h.

Stofs ſeyn mag, ſo wird doch, wenn man die Rechnung etwas weiter fortführt, erhellen, daſs jeder der elaſtiſchen Körper, den letzten ausgenommen, einen Stofs in rückwärts gehender Richtung bekömmt, welches zuletzt die Wirkung des folgenden Stofses hindert, um ſo mehr, als eine ähnliche Urſache die Wirkung des vorher gehenden befördert, (*as much as a ſimilar cauſe promoted that of the preceding one;*) und da nun der Schall als eine unendliche Menge von Stöſsen anzuſehen iſt, ſo muſs die Bewegung der letzten Schicht genau mit der der erſten gleich ſeyn; und in ſo fern dieſe Art, zu ſchlieſsen, zuläſſig iſt, *muſs der Schall im Verhältniſs des Quadrats der Entfernungen abnehmen.* *)

d. h., die Bewegung direct wie die Entfernung, (wie oben geſagt iſt.) Ferner:

Wenn alſo $Q : q = D : d$

d. h. $MC : mc = D : d$

ſo iſt $C : c = \frac{D}{M} : \frac{d}{m}$

oder da hier $M : m = D^2 : d^2$

ſo iſt $C : c = \frac{D}{D^2} : \frac{d}{d^2}$

d. i. $C : c = \frac{1}{D} : \frac{1}{d}$,

oder $C : c = d : D$, (wie oben geſagt iſt.) Dies würde mit La Grange's Satz überein ſtimmen. *V.*

*) Nämlich, wenn die Quantitäten der Bewegung gleich $Q = q$, das heiſst, $MC = mc$, ſo iſt

Es erhellt hieraus, dafs der Vorfchlag, die logarithmifche Linie für die Form des Sprachrohrs zu wählen, auf ein fehlerhaftes Raifonnement gegründet war. Die Berechnung des Hrn. de La Grange mag für eine künftige Prüfung aufbehalten bleiben. Ich werde indeffen die Abnahme des Schalles fo genau als möglich durch Verfuche auszumitteln fuchen. Sollte das Refultat den aus La Grange's Rechnung hergeleiteten Schlüffen gemäfs feyn, fo würde das eine merkwürdige Verfchiedenheit zwifchen der Fortpflanzung des Schalles und des Lichts aufftellen.

8. *Harmonifche Töne der Pfeifen.*

Um die Gefchwindigkeit zu beftimmen, womit Orgelpfeifen von verfchiedener Länge, dem ihnen eigenthümlichen Tone gemäfs, mit Luft gefüllt werden müffen, wurde eine Reihe von Verfuchen mit einerlei Mundftück, mit Pfeifen von gleichem Durchmeffer und verfchiedener Länge, fo wohl gedackten als offenen, angeftellt. Das allgemeine

$$M : m = c : C;$$

und da auch für die concentrifchen fphärifchen Luftfchichten

$$M : m = D^2 : d^2,$$

fo ergiebt fich

$$c : C = D^2 : d^2,$$

welches das oben Gefagte ift: der Schall nehme im Verhältniffe des Quadrats der Entfernungen ab, — ein bekannter Satz, der längft für Schall wie für Licht angenommen ift, ohne ihn eben aus Quantität der Bewegung herzuleiten. V.

Reſultat war, daſs ein ähnliches Anblaſen, ſo nahe als die Länge der Pfeifen es erlaubte, den nämlichen Ton gab, oder daſs zum wenigſten die Ausnahmen, ob ſie gleich zahlreiche waren, doch gleichförmig zu beiden Seiten dieſes Reſultats lagen. *) Die einzelnen Reſultate ſind in folgender Tafel dargeſtellt, womit Kupfertafel VI, Fig. 28, zu vergleichen iſt.

*) Dies iſt eine von den Stellen, wo, wie ich ſchon erinnert habe, Young's Ausdruck mir nicht deutlich genug zu ſeyn ſcheint. Sollte es den Leſern mit meiner Ueberſetzung etwa eben ſo gehen, ſo mögen ſie ſich überzeugen, daſs ſie wenigſtens treu genug iſt, um ſie, wie die Galanteriehändler es mit ihrer Waare machen, für *veritable engliſch* auszugeben:

The general reſult was, that a ſimilar blaſt produced nearly the ſame ſound, as the length of the pipes would permit, or at leaſt, that the exceptions, though very numerous, lay equally on each ſide of this concluſion.

Offene Pfeifen.						Gedackte Pfeifen.					
A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
				$\overline{\overline{d}}$	1			0,3	1,8	$\overline{\overline{d}}$	1
4,5		0,7	8,8	$d\#$	1	4,5	1,2	1,7	10,0		3
	4,1	8,8			2		5,0	9,0			5
		0,3	0,9	$\overline{f}$	1			0,2	0,4	$\overline{f}$	1
	0,8		8,0		2			0,45	1,6		3
9,4	2,0		18,0		3	9,4	1,1	1,6	8,5		5
	5,0	8,0	20,0		4		7,0	8,0			7
	16,5	18,0			5						
	19,0	20,0			6						
		0,4	1,0	$\overline{\overline{g}}\#$	2			0,4	0,6	$\overline{\overline{a}}\#$	3
	0,8	1,0	2,2		3		0,6	0,65	1,1		5
16,1	1,2	2,2	4,7		4	16,1	0,9	1,1	2,4		7
	2,2	4,7	11,5		5		1,6	2,4	4,9		9
	3,4		13,5		6		2,5	4,8	9,0		11
	4,0		15,0		7		6,0	7,0			13
	6,5	10,0			8						
				$\overline{\overline{b}}$				0,8	1,1	$\overline{\overline{c}}\#$	7
		0,6	0,8		3		1,0	1,1	3,8		9
20,5		0,8	1,9		4	20,5	1,8		3,8		11
	1,1	1,9	5,7		5		3,2	3,8	12,		17
	4,5	5,7			8	0		12,			00

Der Durchmeſſer der Röhren war immer 0,35; die kleinſten Dimenſionen des Mundſtücks 0,25 und 0,035; die der Seitenöffnung 0,25 und 0,125.

Die Columne *A* in obiger Tafel giebt die Länge der Pfeife an, von der Seitenöffnung bis zu dem Ende; *B* den Druck, bei welchem der Ton verſchwand, wenn man den Druck allmählig während

des Tons *abnehmen liefs; C* den Druck, bei welchem der Ton erſchien; *D* den Druck, bei welchem der Ton verſchwand, wenn man den Druck allmählig während des Tons *verſtärkte; E* den Namen des bei jeder Pfeife zuerſt erſcheinenden Tons nach der in Deutſchland üblichen Bezeichnung; *F* die Zahl, welche die Stelle bezeichnet, die jedem Tone in der ordentlichen Reihe der harmoniſchen Töne zukömmt. Wenn unter *C* keine Zahl ſteht, ſo zeigt das an, daſs durch allmähligen Druck der Ton nicht erſcheinen wollte, ſondern nur durch plötzliches Anblaſen. *) Der Apparat war nur für einen Druck bis zu 22 Zoll eingerichtet.

Man ſieht übrigens aus den Reſultaten, welche vorſtehende Tafel darſtellt, zu wie weit mehr Stärke man einen Ton kann allmählig *anſchwellen* laſſen, als man ihm durch *plötzliches Anblaſen* mittheilen kann.

Ich werde in der Folge einmahl durch Verſuche die wirkliche Zuſammendrückung der Luft in der Pfeife unter verſchiedenen Umſtänden zu beſtimmen ſuchen. Nach einigen nur ganz rohen Verſuchen ſchien ſie ſich ziemlich nahe wie die Schwingungszahl des Tons zu verhalten. **)

*) Welches ſich alſo nicht wie Druck durch Waſſerhöhe angeben lieſs. *V.*

**) Ich will zu dieſem 8ten Abſchnitte von Young's Aufſatze noch einiges hinzu fügen, um meinen Leſern die Mühe zu erſparen, ſich in ſeine obige Ta-

9. *Vibrationen verſchiedener elaſtiſcher Flüſſigkeiten.*

Alle Methoden, die Geſchwindigkeit des Schalles zu finden, kommen darin überein, daſs in Flüſ-

belle und in Figur 28 hinein zu ſtudiren. Ein Exempel ſey: *Offene Pfeife von* 9″,4 *Länge.* Hier finden wir Folgendes in der Tabelle:

	A	B	C	D	E	F
Erſte Zeile			0,3	0,9	$\overline{\overline{f}}$	1
Zweite —	9,4	0,8		8,0		2
Dritte —		2,0		18,0		3
Vierte —		5,0	8,0	20,0		4
Fünfte —		16,5	18,0			5
Sechste —		19,0	20,0			6

Die wörtliche Expoſition dieſer Abtheilung der Tabelle wäre folgende:

Erſte Zeile: Eine Pfeife von 9″,4 Länge gab bei einem Drucke = 0″,3 Waſſerhöhe einen Ton, der zunächſt zweigeſtrichen *f* war, und den wir hier = 1 ſetzen, oder zum Grundtone annehmen, weil die bei gröſserm Drucke erfolgenden Töne ſich in Anſehung ihrer Schwingungszeiten zu dieſem $\overline{\overline{f}}$ wie die Zahlen 2; 3; 4; u. ſ. w., zu 1 verhielten. Dieſer Ton $\overline{\overline{f}}$ dauerte fort, ſo daſs ſich bloſs ſeine Stärke vergröſserte, nicht aber ſeine Höhe verändert wurde, bis zu einem Drucke = 0″,9 Waſſerhöhe, dann aber ſprach *dieſer* Ton nicht mehr an. Bei einem geringern Drucke als 0″,3 verſchwand er ebenfalls, weſshalb in der erſten Zeile unter *B* keine Zahl ſteht.

ſigkeiten von irgend einer gegebenen Elaſticität ſich dieſe Geſchwindigkeit *umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Dichtigkeiten* verhalte; alſo im reinen Hydrogengas würde die Geſchwindigkeit $= \sqrt{13}$

Zweite Zeile. Bei allmählig über o″,9 verſtärktem Drucke wollte nicht ſogleich ein neuer Ton anſprechen, aber plötzlich angeblaſen war der nächſte Ton, den dieſe Pfeife gab, die Octav des vorigen alſo, $\overline{\overline{f}}$, weſshalb ihm die Zahl 2 zugehört, wenn $\overline{\overline{f}} = 1$ geſetzt iſt. Der ſtärkſte Druck, den dieſer Ton vertrug, ſo daſs er nur *ſtärker* wurde, ohne *höher* zu werden, war = 8″,0, und der ſchwächſte Druck, den er vertrug, ſo daſs er nur *ſchwächer* wurde, ohne *tiefer* zu werden, war o″,8 Waſſerhöhe. Unter dieſer Gränze erſchien der vorige $\overline{\overline{f}}$, und über jener Gränze (8″,0) erſchien ein neuer höherer, der hier mit 4 bezeichnet iſt.

Dritte Zeile. Indeſſen ſprach durch plötzliches Anblaſen noch ein früherer Ton an, der hier mit 3 bezeichnet iſt, weil er die Quinte des vorher gehenden, (mit 2 bezeichneten,) alſo $\overline{\overline{c'}}$ war, welcher, wenn er ein Mahl tönte, ſich, ohne ſeine Höhe zu ändern, bis zu einem Drucke von 18 Zoll anſchwellen und bis zu einem Drucke von 2 Zoll ſchwächen lieſs.

Vierte Zeile. Der nächſte Ton aber, der nun bei *allmähligem* Drucke anſprach, war der bei einem Drucke von 8 Zoll. Er iſt mit 4 bezeichnet, weil er die Octav von dem mit 2 bezeichneten, d. h., $\overline{\overline{f}}$

= 3,6 . . . seyn, wenn sie in gemeiner Luft = 1 ist; und der Ton einer Pfeife wird in reinem Wasserstoffgas um eine Octav und eine kleine Septime höher seyn als in gemeiner Luft. Es ist daher

war. Er liefs sich, wenn er ein Mahl tönte, ohne seine Höhe zu ändern, bis zu einem Drucke von 20 Zoll verstärken und bis zu einem Drucke von 5 Zoll schwächen.

Fünfte Zeile. Bei allmähligem Drucke von 18 Zoll sprach ein Ton an, der hier unter *F* mit 5 bezeichnet ist, weil er die grofse Terz des vorigen

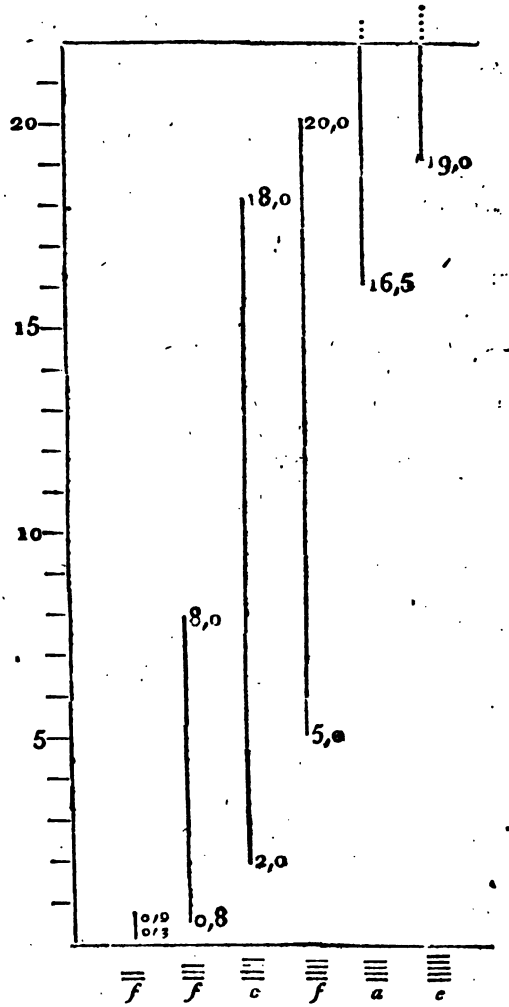
war, nämlich $\overline{\overline{\overline{a}}}$. Wie weit er sich verstärken liefs, konnte an dem Apparate nicht mehr beobachtet werden, weil dieser nur für einen Druck von höchstens 22 Zoll eingerichtet war; schwächen liefs er sich bis zu dem Drucke = 16,5. Endlich

Sechste Zeile, erschien bei einem allmähligen Drucke von 20 Zoll der Ton, der hier mit 6 bezeichnet ist, weil er von dem mit 3 bezeichneten

die Octav war, also $\overline{\overline{\overline{c}}}$ (fünfgestrichen *c*). Die gröfste Stärke, die er, ohne sich zu erhöhen, aushalten mochte, war an dem Apparate nicht mehr zu bestimmen, die geringste aber, die er, ohne sich zu erniedrigen, aushielt, war 19 Zoll.

Dies wird durch Figur 28 auf folgende Art anschaulich gemacht:

wahrſcheinlich das Hydrogengas, welches Chladni bei ſeinen neuerlichen Verſuchen gebrauchte,



Die in 22 gleiche Theile (Zolle) getheilte Linie iſt die Scale des Drucks.

nicht ganz rein gewesen. *) Man muss nicht aus der Acht lassen, dass bei genauen Versuchen dieser

Die den untergesetzten Tönen entsprechenden Linien zeigen für das Auge die Gränzen der Schwellung und Schwächung, die der Ton vertrug, nur dass bei den beiden letztern die gröfste Stärke nicht mehr am Apparate konnte beobachtet werden, (welches Schade ist.)

Young hat in seiner Figur noch die Schwingungszahlen in 1 Secunde bei jedem Tone hinzu gefügt; so in dem Beispiele, welches ich hier zur Erläuterung gewählt habe, setzt er

zu den Tönen	$\overline{\overline{f}}$	$\overline{\overline{\overline{f}}}$	$\overline{\overline{\overline{c}}}$	$\overline{\overline{\overline{f}}}$	$\overline{\overline{\overline{a}}}$	$\overline{\overline{\overline{c}}}$
die Schwingungszahlen	692	1384	2076	2768	3460	4152
die sich verhalten wie	1	2	3	4	5	6

Young rechnet, wie Sarti, nach Doppelschwingungen, deren jede aus einem Hin- und Rückgange besteht; beide folgen hierin Sauveur und Newton. Euler und Chladni rechnen nach einfachen. Nach Young's obigen Zahlen kömmt fast dieselbe Stimmung heraus, als nach Sarti: nämlich

da $\overline{\overline{\overline{a}}} = 3460$, so ist $\overline{\overline{a}} = 1730$,

und $\overline{a} = 865$, und $\dot{\overline{a}} = 432\frac{1}{2}$

Doppelschwingungen.

Also wäre $\dot{\overline{a}}$ nach Sarti = 872 einf. Schwing., nach Young = 865, nach Euler = 784.

Vieth.

*) Die Versuche von Chladni, deren hier Erwähnung geschieht, sind in Voigt's *Magazin*, B. I, St. 3, S. 65 — 79, und nachher in Chladni's

Art der Druck, welcher das Anblaſen der Pfeife bewirkt, genau beſtimmt werden müſſe.

Akuſtik, §. 204, beſchrieben. Die oben von Young geäuſserte Vermuthung, daſs das Waſſerſtoffgas nicht rein geweſen ſeyn müſſe, bezieht ſich darauf, daſs die Töne bei Chladni's Verſuchen in dieſer Gasart nicht um eine Octav und kleine Septime, wie die Theorie giebt, höher waren, als in gemeiner Luft. Waſſerſtoff aus Eiſen und Schwefelſäure gab den Ton nur um etwas über eine Octav, aus Zink und Salzſäure eine Octav und einen ganzen Ton, aus Waſſerdampf durch glühendes Eiſen nur eine Octav und kleine Terz höher als gemeine Luft. Daſs ſelbſt das letzte Gas nicht ganz rein geweſen ſey, iſt mehr als wahrſcheinlich. Das ſpecifiſche Gewicht deſſelben hätte unterſucht und angegeben werden ſollen, auch möchte man wünſchen, daſs der Druck auf eine beſſer meſsbare Art angebracht worden wäre. (Das Anblaſen der 6 Zoll langen zinnernen Orgelpfeife geſchah nämlich nur durch Drücken einer Blaſe.) Aber die Nichtreinheit der Gasart und die mangelhafte Anbringung des Drucks kann doch nicht die Abweichung der Erfahrung von der Theorie ganz erklären. Young ſcheint z. B. die Abweichung, die ſich beim *Stickgas* zeigte, überſehen zu haben. Dieſes Gas müſste den Ton etwas erhöhen, weil es etwas leichter als gemeine Luft iſt; es machte denſelben aber um einen halben Ton *tiefer*. Dies lieſs ſich nicht aus Unreinheit der Gasart erklären. Denn wenn auch bei der durch Eiſen und Schwefel erhaltenen etwas Waſſerſtoffgas beigemiſcht geweſen wäre, ſo hätte dadurch der Ton eher erhöhet als erniedrigt werden müſ-

In den Beobachtungen der franzöſiſchen Akademiker über die Geſchwindigkeit des Schalles, die mit aller möglichen Aufmerkſamkeit gemacht zu ſeyn ſchienen, war ohne Zweifel die Dichtigkeit der Nachtluft wegen Feuchtigkeit und Kälte gröſser, als ſie am Tage würde geweſen ſeyn; daher fand ſich die Geſchwindigkeit des Schalles nur 1109 engl. Fuſs in einer Secunde; dagegen nach Derham's Verſuchen, die nicht minder genau ſcheinen, 1142. Ungefähr möchte man alſo wohl 1130 annehmen können, wie ich ſchon erwähnt habe.

Eine hierher gehörige Bemerkung iſt noch die, daſs die Blaſe-Inſtrumente während des Spielens zuweilen eine um einen halben Ton höhere Stimmung bekommen, welches nicht etwa von Ausdehnung des Inſtruments herkommt, wie einige Muſiker glauben, (denn die müſste ja gerade die entgegen geſetzte Wirkung hervor bringen,) ſondern von

ſen. — Herr von Arnim ſchlägt in dieſen *Annalen der Phyſik*, B. 3, St. 2, S. 200, die Erhöhung des Tons als ein Mittel vor, die Reinheit des Waſſerſtoffgas zu meſſen, was bisher ſehr ſchwierig geweſen ſey. Für die Theorie des Klanges wäre es aber erwünſchter, dieſe Reinheit des Gas vorher durch andere Mittel genau zu kennen. Wie die männliche Stimme durch Einathmen von Waſſerſtoffgas grell und pfeifend werde, erinnern ſich die Leſer beiläufig in dieſen *Annalen*, B. 2, St. 2, S. 200, geleſen zu haben, wo die Verſuche von Maunoir und Paul in Genf erzählt ſind.

Vieth.

dem höhern Grade der Wärme, welchen die Luft in der Röhre annimmt. D. Smith hat eine ähnliche Bemerkung gemacht; er fand nämlich bei der Stimmung einer Orgel im Winter und Sommer einen mehr als zwei Mahl ſo groſsen Unterſchied, als bei den engliſchen und franzöſiſchen Verſuchen über die Geſchwindigkeit des Schalles. *) Bianconi fand die Geſchwindigkeit des Schalles zu Bologna in verſchiedenen Zeiten in dem Verhältniſſe 152 zu 157 unterſchieden.

*) *D. Smith has made a ſimilar obſervation on the pitch of an organ in ſummer and winter which he found to differ more then twice as much as the Engliſh and French experiments on the velocity of ſound.*

(Den Beſchluſs im nächſten Hefte.)

III.

Banks *Windprobe und ein paar Verſuche über das Ausſtrömen der Luft aus Gefäſsen.*

Windproben oder *Windwagen* glaube ich die Inſtrumente nennen zu dürfen, welche beſtimmt ſind, die Compreſſion der Luft in Blaſebälgen, Windladen, Windgewölben und in ähnlichen Fällen zu meſſen. Gewöhnlich bedient man ſich dazu einer heberförmigen Glasröhre, deren einer Schenkel mit einem Knie verſehn iſt, und in der ſich etwas gefärbtes Waſſer befindet. Das Knie wird in ein Loch des Windbehälters luftdicht befeſtigt; der Unterſchied des Waſſerſtandes in beiden Schenkeln zeigt die Stärke der Compreſſion der Luft in dem Behältniſſe.

In den Schriften der Mancheſterer literär. und naturforſch. Geſellſchaft, Bd. 5, Th. 2, beſchreibt ein *Mr.* Banks, *Lecturer of natural philoſophy*, ein zu gleichem Zwecke beſtimmtes Inſtrument, welches auf Taf. VI in der Hälfte der wahren Gröſse abgebildet iſt, und das, wie man leicht überſieht, zu der gewöhnlichen Windwage ungefähr in derſelben Beziehung als das Gefäſsbarometer zum Heberbarometer ſteht. Das cylindriſche Gefäſs *B* beſteht aus Metall; der Deckel ſchlieſst luftdicht; eben ſo

die Metallröhre *AC*, und die in das Stück *D* eingekittete Glasröhre *ED*, welche nach Zollen eingetheilt ist. Durch diese Röhre giefst man so viel Wasser in das Gefäfs, dafs es bei *D* sichtbar wird; dann ist das Instrument zum Gebrauche fertig.

Schiebt man das untere Stück der Röhre *A* in ein Loch, welches in dem obern Boden der Blasebälge angebracht zu seyn pflegt, so treibt die im Blasebalge comprimirte Luft das Wasser in *D* aufwärts; nach Banks Angabe geschieht dieses bei Blasebälgen, wie sich ihrer die Schmiede bedienen, in der Regel um 9 bis 12 engl. Zoll, und bei Blasebälgen, wie sie vor den Gebläsöfen gebräuchlich sind, um 4 Fufs und mehr.

Bei so starker Compression, meint er, würde es bequemer seyn, entweder sich Queckfilbers statt des Wassers zu bedienen, dann müfste aber die Büchse aus Eisen gemacht seyn; oder statt der Glasröhre *D*, die oben offen ist, eine andere einzukitten, die oben zugeschmelzt ist, und in der die Luft stets um die Höhe der Wassersäule in *D* über ihr anfängliches Niveau weniger comprimirt wird, als die Luft im Blasebalge.

In dem Windgewölbe des Devoner Eisenhüttenwerks, welches durch eine Dampfmaschine mit Luft gespeist wird, (*Annalen*, IX, 45,) ist die Luft so stark comprimirt, dafs beim Herabgehen des Kolbens der Dampfmaschine sie dem Drucke einer Queckfilbersäule von 5 bis 6 Zoll, beim Zurückgehen von

$4\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{2}$ Zoll, (alſo einer Waſſerſäule von 5 bis $6\frac{1}{2}$ Fuſs,) Höhe das Gleichgewicht hält, (daſ., 53.) — Nach den Bemerkungen und Berechnungen über die Blaſebälge, welche aus Lambert's Papieren Herr Director Bernoulli in Hindenburg's *Archiv der Mathematik*, B. 3, S. 109 f., bekannt gemacht hat, richten die Orgelbauer ihre Bälge ſo ein, daſs die Luft in denſelben nur auf 3 bis 5 Zoll Waſſerhöhe comprimirt wird, je nachdem die Bälge ſchwächern oder ſtärkern Wind geben ſollen.

Noch finden ſich in dem Aufſatze des Herrn Banks folgende beide Verſuche, die auf eine ſehr unbeholfene und incorrecte Art beſchrieben werden. In den obern Boden eines Gefäſses, welches 15 Pf. 6 Unzen Waſſer faſste, deſſen Inhalt daher 425,088 engl. Kubikzoll betrug, ſchrob Banks eine Mündung (*aperture*), die 0,0046 engl. Quadratzoll groſs war. Dieſe Mündung wurde mit dem Finger genau verſchloſſen, während ein Gehülfe in eine ſenkrechte unten ein Mahl auf- und abwärts gebogene Röhre, die ebenfalls im obern Boden eingeſchraubt war und ſich dicht unter dieſem Boden endigte, ſo lange Waſſer goſs, bis die Röhre völlig gefüllt blieb. Die Luft war nun im Behältniſſe durch eine Waſſerhöhe, welche der Länge der Röhre entſprach, comprimirt. Nun nahm er den Finger fort, und beobachtete, während der Gehülfe immer ſo reichlich Waſſer nachgoſs, daſs die Röhre voll blieb, nach einer Secundenuhr, wie viel Zeit dar-

darauf hinging, bis alle Luft aus dem Gefäfse entwichen war.

Bei einer Länge der Röhre von 30 Zoll verfloſſen darauf, (mehrern Verſuchen zu Folge,) 33 Secunden.

Bei einer Länge der Röhre von 6 Fuſs, (nach mehrern Verſuchen,) 21,3 Secunden.

Es ſtrömte alſo die Luft aus der Oeffnung aus mit einer Geſchwindigkeit, im erſten Falle von $\frac{425,008}{0,00046 . 33} = 280,3$, im zweiten Falle von $\frac{425,008}{0,00046 . 21,3} = 433,85$ Zoll. Nach der Theorie ſollen die Geſchwindigkeiten des Ausſtrömens in dem Verhältniſſe der Quadratwurzeln der Druckhöhen ſtehen. Es verhält ſich aber $\sqrt{72} : \sqrt{30} = 433,85 : 280,5$, welches, wie man ſieht, genau mit dem Verſuche überein ſtimmt. *)

Geſetzt, der Druck der Luft ſey zur Zeit, als der Verſuch angeſtellt wurde, dem Drucke einer Waſſerſäule von 33 engl. Fuſs Höhe gleich, und die Luft 840 Mahl ſpecif. leichter als Waſſer geweſen; ſo hätte die Luft aus einem Gefäſse, worin ſie durch

*) Wie Banks zu dem ſonderbaren Verſehen kommt, daſs er die erſte Geſchwindigkeit nach ſeinen Verſuchen auf 233,3, die zweite auf 361,6 Fuſs berechnet, und wie Nicholſon, der den Aufſatz wieder abdrucken lieſs, das Verſehen nicht bemerkte, weiſs ich mir nicht zu erklären. *d. H.*

eine Waſſerſäule von 33 Fuſs Höhe comprimirt worden wäre, der Theorie nach mit einer Geſchwindigkeit in die atmoſphäriſche Luft ausſtrömen müſſen, welche zur Fallhöhe von 840 . 33 engl. Fuſs als Endgeſchwindigkeit gehört; das iſt, mit einer Geſchwindigkeit von 1333,5 engl. Fuſs. Nach den obigen Verſuchen würde aber dieſe Geſchwindigkeit die vierte Proportionalzahl zu folgenden drei geweſen ſeyn: $\sqrt{6} : \sqrt{33} = 433{,}85 :$ mithin 1017,5 engl. Fuſs. Hier bleibt die wirkliche Geſchwindigkeit gar ſehr hinter der theoretiſchen zurück. Wahrſcheinlich aus demſelben Grunde, wie beim Ausſtrömen des Waſſers aus einem Gefäſse; nämlich, weil der ausflieſsende Strahl ſich zuſammen zieht, und es daher ſo gut iſt, als ſtrömte das Waſſer aus einer weit engern Oeffnung aus, die, Venturi's Verſuchen zu Folge, nur 0,64 der ganzen Oeffnung beträgt. (*Ann.*, III, 41.) Da $\frac{1017{,}5}{1333{,}5} = 0{,}763$ iſt, ſo würde aus dieſen Verſuchen folgen, daſs beim Ausſtrömen der Luft der Strahl ſich weniger verengere als beim Waſſer, könnte zu einem ſolchen Schluſſe uns ein Verſuch berechtigen, bei dem weder der Barometerſtand noch der Thermometerſtand beobachtet wurde, und der auch auſserdem nicht auf die gröſste Genauigkeit Anſpruch machen kann. Das Zuſammenſtimmen der Rechnung mit der Beobachtung in den beiden mitgetheilten Verſuchen ſcheint zwar zu beweiſen, daſs die Druckhöhe keinen Unterſchied in der *vena contracta* der Luft mache, und

dafs fie für kleine und grofse Gefchwindigkeiten immer diefelbe bleibe, gerade wie das beim Waffer der Fall zu feyn fcheint. Doch möchte auch diefer Satz Einfchränkungen bedürfen, da Lambert bei einem Verfuche mit einem Blafebalge, aus welchem durch ein 7 Zoll weites Loch die Luft bei einer Druckhöhe von $4\frac{1}{2}$ Zoll ausftrömte, die beobachtete und die berechnete Gefchwindigkeit ziemlich genau zufammen ftimmend fand.

Der Herausgeber.

IV.

BEMERKUNGEN UND VERSUCHE *über die Amalgamation der Silbererze*,

von

D. DIEGO LARRANNAGA, D. FRANCISCO DE LA GARZA, D. ALEXANDRO VINCENTE EZPELETA, und D. JUAN MODESTO PERINGER. *)

Gold und Silber aus ihren Erzen durch Amalgamation zu gewinnen, iſt in unſerm Amerika eine ſehr alte und bekannte Sache; indeſſen hat man bis jetzt wenig gethan, die wahre Theorie dieſes Prozeſſes aufzuklären, und dadurch die Amalgamation zu vervollkommnen. Herr von Born war in Europa der erſte, der durch die über die amerikaniſche Amalgamation von unſern Schriftſtellern dem Publicum mitgetheilten Nachrichten und Bemerkungen veranlaſst wurde, ſich mit dieſem Gegenſtande mit nützlichem Erfolge zu beſchäftigen: ihm verdankt Deutſchland die Einrichtungen dieſer Art, die es gegenwärtig hat. In ſeinem bekannten Werke über die Amalgamation, welches zu Wien im Jahre 1788 erſchienen iſt, ſetzt er die Verfahrungsart unſrer Amalgamatoren in Amerika ausführlich aus

*) Ausgezogen aus den *Annales de Ciencias naturales, Ennero* 1801, T. 3, p. 84 f. *d. H.*

einander, und giebt eine Theorie für diese Operation.

Um die Gold- und Silbererze zur Amalgamation fähig zu machen, werden sie zuerst in Erzmehl verwandelt, und darauf entweder allein oder mit Meersalz vermischt bei mäfsigem Feuer geröstet, bis man keinen Schwefelgeruch mehr wahrnimmt. Im ersten Falle giefst man auf das geröstete Erz Wasser, läfst es darin, in den warmen Klimaten ungefähr zwei Tage, stehen, indem man es von Zeit zu Zeit wohl umrührt, und setzt alsdann eine Quantität gemeinen Salzes zu, bevor man das Queckfilber darauf schüttet. Nach Herrn von Born soll in beiden Fällen der Schwefel sich durch die Wirkung des Feuers in Schwefelfäure verwandeln und das Salz zersetzen, wobei sich auf der einen Seite schwefelfaures Natron, und auf der andern salzfaure Salze mit den verschiedenen Erden und Kalken der unedeln und Halbmetalle, welche die Schwefelfäure verläfst, erzeugen. „So wird", sagt er, „die ganze Erzmasse vermittelst des Feuers von ihren brennbaren und flüchtigen Stoffen gereinigt, und ihr saurer und kalkartiger Theil, so wie die reinerdigen Theile, wenn sie durch den Mahlstein und das Feuer hinlänglich zertheilt sind, in Salze verwandelt, die sich im Wasser leicht auflösen; und sie bedarf nichts als Wasser, um sich so sehr zu erweichen, dafs sie nun das Queckfilber annimmt, und dessen Einwirkung auf die reinen Metalltheilchen zuläfst."

Es scheint also, dass, nach Herrn von Born, das Salz dazu diene, Salzsäure herzugeben, welche auflösliche Metall- und Erdsalze bilde, damit auf diese Art sich das Gold und Silber aus der Hülle, die es einschliesst, entwickele.

Da die Schwefelsäure, die durch das Verbrennen des Schwefels beim Rösten entsteht, das Agens ist, welches die Salzsäure aus dem Kochsalze treibt, so muss eine dazu hinlängliche Menge von Schwefel oder Vitriolen in den Erzen vorhanden seyn; die, welche daran arm sind, sagt Herr von Born, oder nur wenig davon enthalten, geben gewöhnlich in der ersten Amalgamation nicht alles Silber her, und er fügt hinzu, dass man vergebens die Operation mit frischem Salze wiederhohlen würde, wenn man nicht zuvor Vitriol hinzu gesetzt habe, welcher, nachdem er einige Zeit mit der Mischung vereinigt gewesen ist und sie durchdrungen hat, das Queckfilber in den Stand setzt, das Silber auszutreiben, welches das erste Mahl nachgeblieben sey.

Das Rösten der Erze ist sehr wichtig, und man würde durch die Anwendung einer erprobten chemischen Theorie auf diesen Theil des Prozesses den Gewinn der Amalgamation wahrscheinlich sehr erhöhen. Man weiss, dass die unedeln und die spröden Metalle sich oxydiren, wenn man sie in Reverberiröfen röstet, und dass ein Theil des Schwefels als schweflig-saures Gas davon geht, während ein anderer sich in Schwefelsäure verwandelt, und mit der Materie, die geröstet wird, vereinigt bleibt;

man weiſs auch, daſs ſich, wenn Meerſalz darin iſt, eine Menge Salzſäure erzeugt. Aber weiſs man vielleicht auch, wie dieſe Säuren auf die edeln Metalle, in Vereinigung mit der Wärme und dem Einfluſſe der Luft, denen ſie ausgeſetzt ſind, wirken? Iſt es wahrſcheinlich, daſs, wie man in dieſer Theorie annimmt, das Gold und Silber ohne alle Veränderung frei werde, und in der zum Amalgamiren erforderlichen Reinheit ſich erhalte?

Nicht alle ſind der erwähnten Theorie beigetreten. Don Fauſto de Eluyar wich davon ab, da er ſich durch Erfahrung überzeugt hatte, daſs Silberblei in einem Feuerſteinmörſel pulveriſirt, als es mit Kochſalz geröſtet wurde, in den Zuſtand eines Salzes überging, d. h., ſich in Hornſilber verwandelte. Er gab ſich viel Mühe, dieſes Salz vermittelſt des Queckſilbers zu zerſetzen; aber nur in einer Zeit von vier Tagen gelang es ihm, einen Theil des darin enthaltenen Silbers zu amalgamiren. Markgraf hatte dieſelbe Erfahrung ſchon früher gemacht, und viele gelehrte Chemiker ſchloſſen hieraus, daſs das Hornſilber in unſern amerikaniſchen Bergwerken verloren gehe, wie man das aus ihren Schriften ſieht.

Die Reiſe, die wir, (Garza und Larrannaga,) auf Befehl der Regierung durch Deutſchland gemacht haben, hat uns Gelegenheit gegeben, uns mit allen Prozeſſen der Amalgamation bekannt zu machen, wie ſie zu Neuſohl in Ungarn und in einigen Gegenden von Böhmen und Sachſen damahls

betrieben wurde. Die Art, die Erze zu zermahlen und zu röſten, war dieſelbe an allen dieſen Orten, und dann vermiſchte man ſie beim Röſten mit 8 bis 12 Theilen Kochſalz auf hundert. Die Methode, durch die Amalgamation das Silber auszuſcheiden, war indeſs verſchieden.

In Neuſohl amalgamirte man bloſs Schwarzkupfer. Es wurde gemahlen, geröſtet, und wieder in Mühlen von gegoſſenem Eiſen gemahlen; und dann erſt in liegenden Tonnen, die in die Runde liefen, 16 Stunden lang amalgamirt, wobei man in jede Tonne etwas warmes Waſſer goſs und Kupferplatten hinein legte.

Bei den Bergwerken des Fürſten von Schwarzenberg unweit Prag wurde das Silbererz, das blendig und mit etwas Bleiglanz vermiſcht iſt, wenn es durch Zermahlen und Röſten zubereitet worden war, in zwei Reihen kupferner Keſſel in einem Galeerenofen amalgamirt. Das Waſſer wurde in dieſen Keſſeln faſt beſtändig in der Siedhitze erhalten, und die ganze Maſſe 24 Stunden lang durch Quirlhölzer, die eine horizontal liegende und gezähnte Welle bewegte, unaufhörlich umgerührt.

Die Silbererze, die man im Joachimsthal amalgamirte, enthielten Kobalt, Wiſsmuth, Nickel, ſchwarze Blende, Arſenikkies, Eiſen, gediegenen Arſenik und etwas Schwefelkies. Sie ſind ſilberreicher als die vorher gehenden; die, welche im Zentner nur 8 Unzen Silber enthalten, werden mit 8 bis 9 Procent, die reichern mit 10 bis 12 Procent

Kochſalz geröſtet. Es giebt hier einige Erze, wovon der Zentner über 6 Mark Silber enthält. Es wurde hier kalt amalgamirt, in ſenkrechten Tonnen, die mit dem nöthigen Waſſer angefüllt waren; die Maſſe wurde beſtändig durch Stempel von gegoſſenem Eiſen umgerührt, die durch die ſenkrechte Kolbenſtange in einer Minute 16 bis 20 Mahl auf und nieder bewegt wurden. Die Amalgamation der ärmern Erze währte 30, und die der reichen 48 Stunden. Die Rückſtände der erſtern enthielten noch im Zentner 1 bis $1\frac{1}{2}$ Unzen Silber; die Rückſtände der letztern 3 bis 6 Unzen. Beide wurden zum zweiten Mahle amalgamirt; zu dieſem Behufe trocknete, mahlte und röſtete man ſie dritthalb Stunden lang mit 3 bis 6 Procent Kochſalz. Die reichſten Erze müſſen 3 Mahl amalgamirt und jedes Mahl vorher geröſtet werden. Auf jeden Zentner gingen, wie man uns verſicherte, $\frac{3}{8}$ Unzen Silber in den Rückſtänden und $2\frac{1}{2}$ Unze Queckſilber verloren.

Die Amalgamation zu Freiberg in Sachſen, welche Herr von Charpentier eingerichtet hat, iſt die vorzüglichſte in Deutſchland. Die Erze, welche dort dieſer Operation unterworfen werden, enthalten gewöhnlich im Zentner 3 bis 4 Unzen Silber, und ſind mit Materien vermiſcht, die Schwefel genug enthalten. Man röſtet ſie mit 10 Procent Kochſalz in Reverberiröfen, die den von Hrn. von Born beſchriebenen gleichen, nachdem man ſie vorher gemahlen und geſiebt hat. — Man

röſtet dort jedes Mahl $3\frac{1}{4}$ Zentner Erz in einer Zeit von fünf Stunden; vorher wird das Erzmehl in einer andern Abtheilung des Ofens eben ſo lange getrocknet. Wenn man es mit mäſsigem Feuer geröſtet hat, bis kein ſchweflig-ſaurer Geruch mehr zu ſpüren iſt, ſondern die Maſſe nur nach Salzſäure riecht, wird das Erz geſiebt, und in drei Theile geſondert. Das feinſte und mittelmäſsige wird beſonders zwiſchen Mahlſteinen von Granit zermahlen, bis man ein ſehr feines Mehl erhält, das ſchon geſiebt aus der Mühle fällt; der dritte Theil, der aus gröbern, meiſt zuſammen gebackenen Stücken beſteht, wird aufs neue gemahlen, und zwei Stunden geröſtet, indem man 3 Theile Salz auf hundert dazu thut. Wenn die Erze auf dieſe Weiſe in feines Mehl verwandelt worden ſind, werden ſie in Tonnen amalgamirt, die ſich in horizontaler Ebene umdrehen; zwanzig, in vier Reihen geſtellt, bewegt ein groſses Waſſerrad. Man ſchüttet 10 Zentner Erz in jede Tonne, mit 3 Zentner kalten Waſſers und 1 Zentner Eiſen in Stücken, die ungefähr 6 Unzen wiegen, läſst die Maſchine ſich $1\frac{1}{2}$ Stunden bewegen, ſchüttet alsdann 5 Zentner Queckſilber hinzu, und läſst nun die Fäſſer 16 Stunden ohne Unterlaſs mit einer ſolchen Geſchwindigkeit umlaufen, daſs jedes in einer Minute 17 bis 18 Umläufe macht, wobei die darin enthaltene Maſſe ſelbſt im Winter eine Hitze von 20° annimmt. Wenn die angegebene zur Amalgamation des Silbers nöthige Zeit verfloſſen iſt, gieſst man friſches Waſſer zu dem, das ſich

ſchon in den Tonnen befindet, um den Teig zu verdünnen, und läſst die Maſchine wieder eine Stunde in Bewegung. Durch dieſes Mittel vereinigt ſich in den Tonnen alles Queckſilber mit dem Silber, das es ausgezogen hat. Dann ſchöpft man es mit einem kleinen ledernen Beutel heraus, der mit einer eiſernen Röhre verſehen iſt. Das Queckſilber, welches faſt ganz flüſſig und ohne Rückſtände hervor gezogen wird, rinnt durch eiſerne Röhren in die Filtra, wo ſich das Amalgama abſcheidet. Darauf werden die Rückſtände heraus gezogen, und durch einen am Fuſse einer jeden Reihe von Tonnen befindlichen Kanal, worin friſches Waſſer iſt, in mehrere groſse Wannen geleitet und darin gewaſchen. In dieſen Wannen wird die Materie von neuem, vermittelſt eines Quirls mit eiſernen Armen, durch einander gerührt, damit alles Queckſilber ſich abſondere. Es befindet ſich in ihnen eine Reihe von Löchern, eins über dem andern. Dieſe ſind anfänglich verſtopft; erſt wenn das Queckſilber ſich abgeſetzt hat, wird eins nach dem andern, von oben herunter, geöffnet, um durch ſie die im Waſſer aufgelöſten Rückſtände abflieſsen zu laſſen. Wenn man nach und nach bis zu den unterſten Löchern kömmt, ſo unterſucht man, ehe man auch dieſe öffnet, ob auch nicht mit dem Waſſer Queckſilber heraus rinnt, weſshalb man das, was abflieſst, in einer Schale auffängt. Das Queckſilber und das wenige Amalgama, das etwa entſchlüpft ſeyn könnte, bleibt auf dem Boden der Wanne. Um aus den

abgefloſſenen Rückſtänden das Glauberſalz, welches in Glasfabriken benutzt wird, zu erhalten, bewahrt man ſie in groſsen Behältern auf. Im Winter kryſtalliſirt ſich ein groſser Theil des Salzes in dieſen Behältern, weil das in ihnen enthaltene Waſſer friert und die Lauge ſich dadurch concentrirt. Die Eiſenſtücke gebraucht man entweder wieder oder man verarbeitet ſie, ehe ſie ſich gänzlich auflöſen. Die Verfahrungsart, das Silber vom Queckſilber zu ſcheiden, iſt die gewöhnliche, nämlich eine Deſtillation *per deſcenſum* in eiſernen Glocken.

Man amalgamirt in Freiberg jährlich 60000 bis 70000 Zentner Erze, die an 30000 Mark Silber geben. Was an Silber in den Rückſtänden bleibt und verloren geht, kann man auf $\frac{1}{8}$ Unze für den Zentner anſetzen; und den Verluſt an Queckſilber auf $1\frac{1}{2}$ Unzen für den Zentner, welches jährlich 28 Zentner und 12 Pfund beträgt, um 150 Zentner Silber zu gewinnen. Eine der vorzüglichſten Urſachen des Queckſilberverluſtes iſt die groſse Zertheilung deſſelben, wie die Erfahrung in Freiberg gezeigt hat, wo man Hölzer mit eiſernen Nägeln in die Tonnen gebracht hatte, um die Materie beſſer durch einander zu rühren und das Queckſilber niederzuſchlagen; ein Gebrauch, der auch unter unſern Bergleuten in Amerika bekannt iſt.

Wir erfuhren zu Joachimsthal, daſs Hr. Möhling, vormahliger Oberaufſeher der Amalgamation daſelbſt, der über dieſen Zweig viele Beobach-

tungen angeſtellt, bemerkt habe, daſs das Hornſilber, welches ſich während des Röſtens bildete, ſich am leichteſten amalgamirt, indem es durch das Eiſen an den Stempeln zerſetzt wird, ja, daſs ſich das ſalzſaure Silber ſogar für ſich ohne Zwiſchenmittel amalgamirt, wobei ſich aber ſalzſaures Queckſilber bildet und alſo Verluſt an Queckſilber entſteht.

Es iſt zu bemerken, daſs man ſich in den Amalgamationswerken zu Neuſohl, und in denen des Fürſten von Schwarzenberg, wo warm verquickt wird, des Kupfers bedient, das beſtändig mit Queckſilber übergoſſen und benetzt iſt; in den beiden andern, wo kalt verquickt wird, gebraucht man Eiſen ſtatt Kupfers. Sollte das Amalgamiren über Feuer Kupfer, das kalte Verquicken aber Eiſen nöthig machen? Man ſagte uns in dem Amalgamationswerke des erwähnten Fürſten, man ſey Willens, die freibergiſchen Tonnen auch hier einzuführen, um die Methode den gemachten Erfahrungen gemäſs zu verbeſſern, und daſs bloſs die damit verknüpften Koſten noch von dieſer Neuerung abhielten.

Wenn die Silbererze, die man hier in kupfernen Keſſeln verquickt, wozu man des Feuers bedarf, wie zu Freiberg behandelt, ſich kalt, bloſs mit Hülfe des Eiſens amalgamiren lieſsen, ſo ſcheint es, daſs der Erfolg vom Zwiſchenmittel abhängt. Und wenn dies wäre, was würde dann aus Born's Theorie werden? Ihr zu Folge haben ſich die Metalle und Halbmetalle, die das Silber enthalten und verhül-

nungen beim Röſten und Amalgamiren durch eigne Erfahrung zu erkennen, ſich entſchloſſen, mit uns die zu dieſem Zwecke nöthigen Verſuche anzuſtellen. Der erwähnte Prof. Herrgen opferte hierzu mehrere koſtbare Stücke von Horn- und Glasſilber auf, die uns zu folgenden Verſuchen dienten.

1. Wir röſteten etwas Glasſilber, (Schwefelſilber,) das wir zu einem Pulver von mittlerer Feinheit zerſtoſsen hatten, auf einer Platte oder Schüſſel von Thon an einem gemeinen Ofenfeuer. Nachdem es 2 gute Stunden ſich in einer Glühehitze befunden hatte, bei der es einen Anfang von Schmelzung erleiden konnte, zogen wir es vom Feuer zurück, und ſetzten es zum Erkalten in Waſſer. Während des Röſtens wurde das Erzmehl oft umgerührt, damit die Hitze und die Luft auf die ganze Maſſe, ſo viel möglich, gleichmäſsig wirken möchte. Wir goſſen darauf etwas Waſſer auf das Erz, worin das während der Operation gebildete ſchwefelſaure Silber ſich auflöſte: die Schwefelſäure dieſer Auflöſung wurde durch ſalpeterſauern Baryt, und das Silber durch Kochſalz nachgewieſen. Der unauflösliche Rückſtand enthielt *erſtens* etwas Silber im Metallzuſtande und von faſerigem Anſehen; *zweitens* einen Antheil rothen Eiſenoxyds; und *drittens* etwas Erz, das unverändert geblieben war, und bei wiederhohltem Röſten dieſelben Reſultate gab.

2. Wir röſteten auf derſelben Platte und unter denſelben Umſtänden etwas Glasſilber mit einer Miſchung von gepulvertem Fluſsſpath, Kalkſpath,

Schwer-

Schwerſpath und Quarz; nachdem es zwei Stunden am Feuer geſtanden hatte, bemerkten wir, daſs ſich ebenfalls eine beträchtliche Menge ſchwefelſaures Silber erzeugt hatte.

3. Wir röſteten auf dieſelbe Art etwas Glasſilber, das mittelmäſsig fein geſtoſsen und mit Kochſalz vermiſcht war, und wuſchen es darauf mit Waſſer, um das unzerſetzte Kochſalz und jedes andere Salz, das ſich etwa während des Röſtens erzeugt haben könnte, abzuſcheiden. Wirklich zeigte ſalpeterſaurer Baryt, daſs Schwefelſäure vorhanden ſey; — ein ſicherer Beweis, daſs ſich ſchwefelſaures Natron gebildet hatte, welches entſteht, indem das Kochſalz durch die Schwefelſäure zerſetzt wird, die ſich durch das Verbrennen des im Glasſilber enthaltenen Schwefels erzeugt. Nun vermiſchten wir das gewaſchene Erz mit Ammoniak; dieſes löſte einen bedeutenden Antheil an ſalzſauerm Silber auf, welches durch Schwefelſäure wieder niedergeſchlagen wurde. Das übrige war rothes Eiſenoxyd und Glasſilber, das bei wiederhohltem Röſten dieſelben Reſultate gab.

4. Wir vermiſchten etwas fein gepulvertes metalliſches Silber mit Kochſalz und röſteten es. Hierbei verwandelte ſich ein groſser Theil des Metalles in ſalzſaures Silber, wie ſich durch Hülfe von Ammoniak auswies.

5. Wir röſteten feines metalliſches Silberfeil mit einer Beimiſchung von Fluſsſpath, Kalkſpath, Schwerſpath, Quarz und Kochſalz. Nach einer Zeit von

zwei Stunden nahmen wir es vom Feuer und fanden, vermittelſt des flüchtigen Laugenſalzes, daſs ſich eine Menge ſalzſauern Silbers erzeugt hatte.

6. Wir thaten in einen kleinen vor der Lampe geblaſenen Glaskolben natürliches ſalzſaures Silber mit etwas Waſſer und Queckſilber. Nachdem wir dieſe Miſchung, ohne ſie dem Feuer auszuſetzen, eine Zeit von zwei Stunden geſchüttelt hatten, nahmen wir das Queckſilber heraus, das, nachdem es durch doppelte Leinwand filtrirt worden, noch ein wenig Silberamalgama enthielt. Dieſer Verſuch wurde mehrere Mahl, bald mit natürlichem, bald mit künſtlichem ſalzſauern Silber wiederhohlt, und in beiden Fällen ging die Amalgamation mit Schwierigkeit und nur zum Theil, obwohl etwas ſchneller vor ſich, wenn wir künſtliches ſalzſaures Silber nahmen; vielleicht weil es ſich weit feiner pulvern läſst. Ehe wir das natürliche Hornſilber der Amalgamation unterwarfen, thaten wir es in Salpeterſäure, um alles Silber, welches nicht mit der Salzſäure vereinigt wäre, darin aufzulöſen.

7. Wir unterſuchten, wie Eiſen, Zinn, Blei und Kupfer, ohne Feuer, auf ſalzſaures Silber wirken, indem wir die Wirkung durch ein wenig Waſſer beförderten. Das Reſultat war, daſs die drei erſten Metalle es ſchnell, das Kupfer aber langſam zerſetzt.

8. Wir machten einen Verſuch, das Hornſilber kalt, mit etwas Waſſer und kleinen Stückchen Eiſen, zu amalgamiren: nachdem wir die Maſſe vier

oder fünf Minuten geschüttelt hatten, bemerkten wir, dafs die Amalgamation gröfsten Theils vollendet war.

9. Endlich thaten wir in einen kleinen eisernen Tiegel ein wenig salzsaures Queckfilber mit Waffer, und liefsen es fo einige Stunden ftehen. Nach Verlauf derfelben bemerkten wir, dafs das Waffer ein wenig falzfaures Eifen aufgelöft enthalte; ein Beweis, dafs das falzfaure Queckfilber zerfetzt wurde, da man keine Spur von reducirtem Queckfilber fah. In diefem Zuftande fetzten wir den Tiegel ans Feuer, um die Zerfetzung zu befchleunigen. Bei diefer Operation wurde das Queckfilber fo zertheilt und mit ein wenig Eifenoxyd vermifcht, dafs man, um es wahrzunehmen, etwas von der Maffe auf einer Kupferplatte reiben mufste, die dann vom Queckfilber eine weifsliche Farbe annahm.

Das ziemlich reine Silberglaserz, deffen wir uns zu den erften Verfuchen bedienten, ift von den Erzen, die man im Grofsen der Amalgamation unterwirft, verfchieden. Diefe laffen fich leicht zermahlen; und da fie im Verhältniffe zu der Maffe, worin das Silber verbreitet ift, nur wenig davon enthalten, fo müffen aus diefem Grunde die Säuren weit leichter auf fie wirken, als auf die, mit denen wir die befchriebenen Verfuche gemacht haben. Ferner enthalten die Erze, die man im Grofsen amalgamirt, gewöhnlich viel Schwefelkies, und daher entfteht beim Röften derfelben eine gröfsere Menge von Schwefelfäure, als ihr eigner

Schwefel erzeugen kann. Beide Umſtände, die Verbreitung des Silbers durch eine gröſsere Maſſe, und die verhältniſsmäſsig beträchtlichere Menge von Schwefel, müſſen das Entſtehen von ſchwefelſauerm oder ſalzſauerm Silber, (je nachdem ohne oder mit Kochſalz geröſtet wird,) gar ſehr befördern.

Verbinden ſich, (wie das gewiſs iſt,) mehrere Silbertheilchen mit der Schwefelſäure, wenn man kein Kochſalz vor dem Röſten hinzu thut; hingegen mit der Salzſäure, wenn man ſich dieſes Mittels bedient: ſo kann nur der Mangel gehöriger Vertheilung und Abſonderung dieſer Theilchen von einander ſie hindern, alle gleiche Veränderung zu erleiden, wenn Säure genug vorhanden iſt. Wenn die Erze reich ſind, ſo daſs der Zentner bis zu 6 Mark Silber giebt, und ſie enthalten wenig Schwefel, aber viel Arſenik, den das Silber feſt hält, wie in Joachimsthal, ſo kann ſich die geringe Menge von Schwefelſäure oder Salzſäure in einer einzigen Röſtung nicht mit allem Silber vereinigen. Wenn im Gegentheile die Erze nur 4 Unzen Silber auf den Zentner und viel Schwefel enthalten, welches in Freiberg der Fall iſt, ſo erfolgt jene Vereinigung leicht.

Aus dem 4ten und 5ten Verſuche ergiebt ſich, daſs freies metalliſches Silber ſich beim Röſten mit Kochſalz immer in ſalzſaures Silber verwandelt, und daſs die Menge des ſo erhaltenen ſalzſauern Silbers mit dem Grade der Vertheilung der Silbertheilchen in der ganzen Erzmaſſe, die man mit ei-

ner gleichen Quantität Salz vermiſcht, im Verhältniſſe ſteht. Wenn man in Joachimsthal die Erze zum zweiten oder dritten Mahle röſtet, muſs wenig Schwefel darin bleiben, weil ſie anfänglich nur wenig davon enthielten, und dennoch wird bei jeder Röſtung ſalzſaures Silber erzeugt.

Aus dem Obigen folgt, daſs, wenn man das Silbererz ohne Salz röſtet, ſich eine Menge ſchwefelſauern Silbers bildet; wenn man dieſes aber hernach mit Kochſalz vermiſcht, es ſich zerſetzt und in ſalzſaures Silber verwandelt. Röſtet man mit Kochſalz, ſo bildet ſich ſogleich, ſtatt des ſchwefelſauern, ſalzſaures Silber.

Man behauptet gewöhnlich, ſalzſaures Silber ſey flüchtig; allein in welchem Grade von Hitze, und in welcher Quantität es flüchtig iſt, das weiſs man nicht. Die gröſste Hitze, welche das Erz beim Röſten erhält, iſt die dunkle kirſchrothe Gluth, und dieſe dauert auch nur eine gewiſſe Zeit: dieſer Grad von Hitze iſt aber weit geringer, als der, bei welchem man das Hornſilber reducirt. Geſetzt indeſs auch, während des Röſtens verflüchtigte ſich ein kleiner Theil des Hornſilbers, (welches ſich eben ſo wohl dem Luftſtrome, der durch den Ofen ſtreicht und einige Theilchen des feinſten Staubes mit ſich entführt, als dem Grade der Hitze zuſchreiben lieſse,) ſo darf man dies doch nicht als wirklichen Verluſt anſehen, da alles, oder doch faſt alles, in den Kammern der Oefen aufgefangen wird, die zu dieſem Zwecke eingerichtet ſind.

Der 6te Verſuch beweiſt, daſs die Amalgamation des Hornſilbers ohne alles Zwiſchenmittel, durch das Queckſilber allein, möglich iſt; und daſs, da dieſe kalte Amalgamation ſehr langſam erfolgt, man ſie mit Hülfe einiger Wärme beſchleunigen kann.

Die ſchnelle Zerſetzung des ſalzſauern Silbers in kaltem Waſſer, vermittelſt des Eiſens, Zinnes oder Bleies, zeigt, daſs dieſe Metalle ſehr wirkſame Mittel ſind zur kalten Amalgamation des Hornſilbers, wie wir das im 8ten Verſuche geſehen haben, wo vermittelſt Eiſens eine ſchnelle Amalgamation bewirkt wurde, die ohne Zweifel weit langſamer erfolgt wäre, wäre das Silber weniger vertheilt, aber im Metallzuſtande geweſen.

Aus dem 9ten Verſuche erhellt, daſs, wenn ſalzſaures Queckſilber durch Eiſen zerſetzt wird, die Salzſäure nicht auf das Queckſilber wirken kann, ſo lange noch Eiſen in der Maſſe iſt, und daſs dieſe Säure keinen Verluſt an Queckſilber hervor bringt, der gewiſs Statt finden würde, wenn man ſich keines Zwiſchenmittels bediente.

Aus allem dieſem ergiebt ſich: *erſtens*, daſs man, wenn man das Erz vorm Röſten mit Kochſalz vermiſcht, oder gleich darauf, wie es in Amerika geſchieht, immer ein Antheil ſalzſauern Silbers entſteht; *zweitens*, daſs die Mittel, deren man ſich zur vortheilhafteſten Art der Amalgamation, wie in Freiberg, bedient, dieſelben ſind, die man nothwendig anwenden müſste, wenn ſalzſaures Silber zu amalgamiren wäre; und *drittens*, daſs die Schwierig-

keit, die ſich bei der kalten Amalgamation im Groſſen vermittelſt Kupfers zeigt, dieſem Zwiſchenmittel zuzuſchreiben iſt, welches das ſalzſaure Silber nur langſam, obwohl ſchneller, als es das Queckſilber thut, zerſetzt. Man darf alſo ohne Bedenken behaupten, daſs der gute Erfolg der Amalgamation davon abhängt, daſs das Silber in eine Verbindung mit der Salzſäure trete, oder in Hornſilber verwandelt werde.

Iſt dieſes richtig, ſo darf es uns nicht befremden, daſs man aus reichen Erzen nicht alles Silber durch eine einzige Amalgamation erhält, und daſs man die Rückſtände wieder mit etwas Kochſalz röſten muſs, um das Silber nicht zu verlieren, welches bei der erſten Amalgamation darin bleibt. Wenn die Erze reich an Silber ſind, ſo iſt es ſehr ſchwer, alles Silber in ſalzſaures Silber zu verwandeln, ohne Stoffe hinzu zu thun, welche Schwefel, oder Schwefelſäure enthalten, die ſie dem Silber mittheilen können, — und die Operation des Röſtens wird dann ſo weitläufig und koſtſpielig, daſs man dergleichen Silbererze ſtets dem Schmelzungsprozeſſe unterwerfen ſollte.

Da die Einwirkung, welche das reguliniſche Eiſen auf ſalzſaures Silber äuſsert, die kalte Amalgamation befördert, wie der gute Erfolg zeigt, womit man es in Böhmen und Sachſen anwendet, und da das Eiſen zugleich verhindert, daſs nicht die Säuren das Queckſilber angreifen, wodurch ein Verluſt an Queckſilber entſtehen würde: ſo iſt

das Eiſen bei Silberamalgamationen vor allen andern Metallen, die ſeltner, ſchwerer anzuſchaffen und nicht ſo wirkſam ſind, vorzüglich zu empfehlen. Die einzige mit dem Gebrauche dieſes Mittels verbundene Unbequemlichkeit iſt, daſs es das Kupfer aus ſeinen Verbindungen mit den Säuren reguliniſch niederſchlägt, da ſich dann, wenn die Erze Kupfer enthalten, ein Theil dieſes Kupfers mit amalgamirt, und das Silber, welches man erhält, mit Kupfer legirt iſt. Aber dieſe Unbequemlichkeit iſt im Vergleich mit denen, die aus dem Gebrauche anderer weniger adäquater Zerſetzungsmittel entſtehen können, ſehr unbedeutend.

Dies ſind die Reſultate der Verſuche, welche wir angeſtellt haben, um die wahre Theorie der Amalgamation und die Methode, die man befolgen müſſe, zu entdecken, — ein Gegenſtand, der für unſer Spanien von der äuſserſten Wichtigkeit iſt. Wir hoffen ſie mit der Zeit fortzuſetzen, in der Erwartung, daſs gelehrte Chemiker, denen die Umſtände erlauben, Verſuche und Beobachtungen im Groſsen anzuſtellen, über unſre Verſuche und deren Reſultate noch ein helleres Licht verbreiten werden.

V.

Galvani'ſche Säulen ohne Feuchtigkeit, und Säulen, welche ganz aus vegetabiliſchen Materien beſtehen.

1. *Prüfende Verſuche über Säulen beider Art, angeſtellt von der galvani'ſchen Societät in Paris;*

mitgetheilt von RIFFAULT. *)

A.

Herr Maréchaux in Weſel hatte der galvani'ſchen Societät, deren Correſpondent er iſt, angezeigt, er bediene ſich ſeit einiger Zeit electriſcher Säulen, die aus Zink, Meſſing und *trockener* Pappe zuſammen geſetzt ſind, und finde ſie zu ſeinen Verſuchen vorzüglich geſchickt; Feuchtigkeit ſey daher keine unnachläſsliche Bedingung zur Erzeugung der galvani'ſchen Electricität. Die Societät glaubte eine Thatſache dieſer Art durch eigne Verſuche verificiren zu müſſen, und dieſe ſtellte ſie gerade ſo an, wie ſie Herr Maréchaux in ſeinem Briefe beſchrieben hatte.

Sie lieſs ſchon gebrauchte Zinkplatten reinigen und poliren, eben ſo viel neue Meſſingplatten ver-

*) Zuſammen gezogen aus den *Annales de Chimie*, t. 57, p. 61. *d. H.*

fertigen, und baute aus ihnen mit Hülfe *nicht-befeuchteter* Pappenſcheiben auf einer gröſsern Meſſingſcheibe als Grundlage, eine Säule von 49 Lagen. Durch die gröſsere Scheibe waren nahe am Rande drei Löcher gebohrt, und durch dieſe drei ſeidene Schnüre gezogen, welche über der Säule zuſammen geſchürzt, und an einen Haken aufgehängt wurden; dies iſt Herrn Maréchaux's *hängende Säule.* *) Sie wurde mit dem von Herrn Veau-Delaunay vereinfachten Maréchaux'ſchen Electro-Mikrometer in Verbindung geſetzt, und zeigte daran eine Spannung von 360° des Electro-Mikrometers, von der man ſich verſicherte, daſs ſie keine Wirkung der Luftelectricität, ſondern galvani'ſcher Anziehung ſey.

Dieſer Verſuch wurde unter mancherlei Abwechſelungen wiederhohlt. Statt jeder Pappenſcheibe nahm man 4 Scheiben aus trockenem *Löſchpapier;* alle Wirkung war verſchwunden. Man nahm darauf Pappenſcheiben, die in einem Ofen völlig getrocknet worden waren; die Anziehung

*) Man vergleiche *Annalen*, XX, 350. Von dieſer Einrichtung hängt der angekündigte Erfolg nicht ab; ſtehende Säulen mit trockenen Pappenſcheiben ganz frei aufgebaut, zeigen eben ſo gut als hängende am Maréchaux'ſchen Electro-Mikrometer eine kleine Wirkung, wie ich mich durch eignen Augenſchein während eines kurzen Aufenthalts des Herrn Predigers Maréchaux hier in Halle, zu überzeugen Gelegenheit gehabt habe. *d. H.*

betrug im Mittel aus mehrern Verſuchen 372°. Eine Säule von 25 Lagen aus denſelben Scheiben erbaut, äuſsérte nur eine Anziehung von 160°. Als man darauf alle Pappenſcheiben fortlieſs, ſo daſs die Säule bloſs aus Metallplatten beſtand, zeigte ſich gar keine Anziehung.

Dieſe erſten Reſultate reichten hin, die zu prüfende Thatſache zu beſtätigen, welche Herr Maréchaux der Societät bekannt gemacht hatte. Aber dieſe galvani'ſche Wirkung der hängenden Säule war nur vermittelſt eines unendlich empfindlichen Inſtruments wahrgenommen worden. — Es bleibt daher der Geſellſchaft noch übrig, zu unterſuchen, welche Vortheile für die genauere Kenntniſs des Galvanismus ſich von einer ſo wichtigen Entdeckung durch Hülfe mächtigerer Wirkungsmittel ziehen laſſen; und wie ſich trockene Säulen zu feuchten verhalten. Dies iſt der Zweck, den ſich die Klaſſe der phyſikaliſchen Unterſuchungen der Societät bei ihren fernern Arbeiten und Verſuchen vorgeſetzt hat.

B.

Es iſt im Moniteur vom 22ſten Brumaire, (13ten Nov. 1805,) angezeigt worden, der Dr. Joſeph Baronio zu Mailand habe dort die Beſchreibung einer *galvani'ſchen Säule, die aus bloſsen vegetabiliſchen Materien beſteht*, bekannt gemacht, und die Phyſiker eingeladen, ſeine Verſuche zu wiederhohlen und abzuändern, indem er ſich ſchmeichle, daſs ſie dazu beitragen werden, die Theorie des

Galvanismus auf die allgemeine Vegetation auszudehnen. *) Es kam der galvani'schen Societät zu, auf diesen Aufruf des Drs. Baronio zuerst zu antworten.

Sie hat sich daher sogleich damit beschäftigt, eine Säule nach seiner Art aufzurichten. Sie verschaffte sich 60 Scheiben von *Nussbaumholz*, jede von 2 Zoll Durchmesser, die mit einem erhöhten, etwa $1\frac{1}{2}$ Linien hohen Rande versehen waren, und liess sie eine geraume Zeit lang in Essig kochen. Ferner eben so viel etwas kleinere Scheiben aus rothen *Rüben*, und ähnliche aus *Rettig (Raphanus sativus L.)* geschnitten. Aus ihnen baute man eine Säule von 60 Paaren Rüben- und Rettigscheiben auf, in der jedes Paar vom andern durch eine jener Scheiben aus Nussbaumholz getrennt war, und goss in die Nussbaumscheibe eine Auflösung von Weinsteinrahm in Essig. Darauf brachte man an der untersten Scheibe ein Blatt Löffelkraut *(Cochlearia)* und an der obersten einen Streifen von doppeltem in Weinessig getränkten Löschpapier an.

Nachdem alles auf diese Art, genau nach der detaillirten Vorschrift, wie sie im *Moniteur* steht, eingerichtet worden war, liess man die Säule auf ein Froschpräparat wirken, indem man das Rücken-

*) Eine Uebersetzung der Nachricht im Moniteur, die indess nichts Wesentliches mehr enthält, als was man hier findet, steht in Voigt's *Magazin*, B. XI, S. 69. *d. H.*

mark des Froſches mit dem Löffelkrautblatte und die Muskeln mit dem Streifen Löſchpapier in Berührung brachte. Drei Fröſche, die einer nach dem andern, und jeder zu wiederhohlten Mahlen auf dieſe Art an die Säule angebracht wurden, geriethen in keine Art von Bewegung. *) Und doch waren ſie ſo erregbar, daſs, wenn man ſie auf ein Meſſer ſtützte, um ſie dem Conductor der Säule zu nähern, ſie heftig in Zuckungen geriethen, wenn ſie mit der Klinge oder den Silberſcheiben des Stiels des Meſſers in Berührung kamen. **)

Nachdem man mit dieſen Fröſchen auf alle Art umſonſt verſucht hatte, der Säule eine Wirkung zu entlocken, ſetzte man die Säule mit dem Electro-Mikrometer in Verbindung. Auch hier erhielt man nichts.

*) Der Dr. Baronio will auf dieſe Art von einem Froſchpräparate galvaniſche Wirkungen geſehen haben, nennt mehrere Zeugen, die bei Wiederhohlung des Verſuchs unter gleichem Erfolge gegenwärtig waren, und will auch aus Scheiben anderer Pflanzentheile ähnliche wirkſame Säulen zuſammen geſetzt haben. Daſs dabei Täuſchung möglich war, wenn der Verſuch nicht mit aller Vorſicht angeſtellt wurde, zeigt ſchon das Folgende.

d. H.

**) *lorsqu'en les appuyant ſur un couteau pour les approcher du conducteur de la pile, elles ſe trouvaient porter ſur la lame, ou ſur les disques d'argent du manche de ce couteau.*

Darauf verband man eine hängende Säule nach Herrn Maréchaux's Art aus 60 Paar neuen Kupfer- und Zinkſcheiben mit nicht-feuchten Pappenſcheiben, mit dem Inſtrumente. Es zeigte eine Spannung von 180°. In demſelben Augenblicke brachte man an die Säule die Froſchpräparate an, welche zu den vorigen Verſuchen mit der Säule aus Vegetabilien gedient hatten; es zeigte ſich in ihnen keine Spur von Contraction.

Die galvani'ſche Societät hat alſo in dem vom Dr. Baronio bekannt gemachten Verſuche die Reſultate, welche er ankündigte, nicht erhalten. Er gab ihr aber Gelegenheit, wahrzunehmen, daſs das Electro-Mikrometer, deſſen ſie ſich bei ihren Verſuchen bedient, für die Aeuſserung der kleinſten galvani'ſchen Wirkungen noch empfindlicher iſt, als das Froſchpräparat.

---

2. *Einiges über Herrn* Maréchaux's *Säulen ohne Feuchtigkeit; aus einem Briefe des Hrn. Predigers* Maréchaux *an den* Herausgeber.

Berlin im Auguſt 1805.

Seit meiner Rückkunft nach Berlin habe ich das Vergnügen gehabt, mit Herrn Prof. Erman, deſſen Scharfſinn und Erfahrung ich zu benutzen ſuchte, mehrere Tage zuzubringen, unter Verſuchen mit dem Electro-Mikrometer und mit meiner Säule ohne alle Feuchtigkeit. Prof. Erman war der

Meinung, dafs die ganze Wirkung dieſer letztern auf der hygroſkopiſchen Natur der trockenen Pappenſcheiben beruhe, und um dieſes zu beweiſen, ſtellte er folgenden Verſuch an. Er ſchloſs in eine Flaſche eine Säule mit trockenen Pappenſtücken von 12 Lagen ein, und brachte in die Flaſche ſalzſauern Kalk. Die Korke, durch welche die Platindrähte geſtochen waren, wurden mit Baumwachs geſperrt, und ſo auch das Glas ſelbſt, welches auf eine Glasſcheibe feſt gekittet wurde. Die Säule verlor ſogleich in dieſem Kerker über die Hälfte ihrer Intenſität, und nach einigen Stunden, als ſie ſich noch ziemlich gleich hielt, ſank ſie, ich darf ſagen, gänzlich auf Null, und blieb ſo die beiden folgenden Tage, an denen das Electro-Mikrometer nachher zu andern Verſuchen gebraucht wurde. Dieſer Verſuch überzeugte mich indeſſen nicht, und Hr. Erman hatte die Güte, meiner Hartgläubigkeit nachzugeben, und mir zu verſprechen, dafs er ſuchen wolle, durch andere Verſuche ſeine Meinung zur Gewiſsheit zu bringen.

Verſuche, die meines Erachtens voran gehen müſsten, ſind folgende: *Erſtens* muſs verſucht werden, wie ſich eine Säule verhält, wenn ſie ohne ſalzſauern Kalk eingeſperrt iſt. Ich glaube, dafs ſie auch nach einer gewiſſen Zeit ausſterben wird. *Zweitens* müſste, glaube ich, verſucht werden, wie die Säule mit ſalzſauerm Kalk behandelt, ſich verhalte, wenn Luft aus einer Nebenflaſche, worin ſalzſaurer Kalk iſt, in die andere gelaſſen wird.

Lebt die Säule nach dieſem Prozeſſe nicht auf, ſo würde es bewieſen ſeyn, daſs es das Waſſer iſt, dem ſie ihre Thätigkeit verdankt. *Endlich* müſste auch wohl verſucht werden, um wie viel die Thätigkeit abnimmt, wenn der Draht mit Baumwachs umgeben iſt. Ich bin der Meinung, daſs Wachs die Expanſivkraft beſonders hemmt, und dieſer Verſuch ſcheint mir intereſſant, weil man zu den Gewitterableitern die eiſernen Stangen mit Oehlfarbe überzieht.

Eine Sache iſt mir ſehr auffallend geweſen. Hrn. Erman's Zink-Silber-Säulen ſtanden auf der Harzfläche eines groſsen Electrophors, die er zum Iſoliren gebraucht. Dieſe Säulen gaben, wenn ein einziger Pol mit dem Electrometer verbunden wurde, nur einige 30 bis 40 Grad; dagegen in meinem ſeidenen Geſtelle bekam ich von jedem Pole die Hälfte der Intenſität der ganzen Säule, und das jedes Mahl. Erklären Sie mir dieſe mir ganz unerwartete Erſcheinung. *) — —

Endlich überzeugte ſich Herr Erman von dem Wechſel der Intenſität an eben derſelben Säule, und unter

*) Den Grund davon möchte ich darin ſuchen, daſs ſo kurze ſeidene Schnüre, wie ſie in Herrn Marechaux's hängender Säule die beiden Endplatten verbinden, beſonders wenn ſie nicht erwärmt und getrocknet worden, als Leiter, und zwar als *bipolare* Leiter, (I. oben S. 17;) wirken, wie das Prof. Erman von einer feuchten hänfenen Schnur, *Annalen*, VIII, 207, dargethan hat. d. H.

unter eben denſelben Umſtänden. Er war ſehr abgeneigt, dieſen Wechſel zu glauben, und war der Meinung, eine Säule müſſe ſich gleich thätig zeigen, wenn die Nebenumſtände, der Leitungsdraht, u. ſ. w., immer nach denſelben Verhältniſſen wirkten. Es war ihm nicht einleuchtend, daſs von einem Augenblicke zum andern die Electricität ſich dergeſtalt modificiren könne, daſs die Säule ſofort dieſen Zuſtand derſelben anzeigen ſollte, und das um ſo weniger, da ihm ſeine electroſkopiſchen Werkzeuge ſo etwas nicht gezeigt hatten. Ich wendete ihm ein, daſs es nicht möglich ſey, an dem gemeinen Electrometer eine Differenz wahrzunehmen, die höchſtens den 12ten Theil einer Linie in ſich faſst; indeſſen wird dieſe Sache doch ſeine ganze Aufmerkſamkeit beſchäftigen. Mein Wunſch war, daſs er dieſe electro-meteorologiſchen Verſuche neben ſeinen Dalton'ſchen Ausdünſtungsverſuchen anſtelle, indem es mir ahndet, daſs beide wohl mit einander harmoniren würden. Ob der Gang ſeiner Unterſuchung dieſes zulaſſen wird, weiſs ich nicht.

Wir prüften mit einander die Electricität des Turmalins, zu welchen Verſuchen mein Electro-Mikrometer nicht ſo günſtig iſt, als das Weiſsiſche. Dieſe Verſuche waren mir um ſo angenehmer, da ich noch nicht Gelegenheit gehabt hatte, dergleichen zu ſehen.

Uebrigens gefiel es unſerm Freunde nicht, daſs das Electro-Mikrometer die Intenſität der Electricität

in dem Augenblicke zeigte, da ſie ihre wechſelſeitige Wirkung deſtruirt, und er zog diejenigen vor, die die Gattung der Electricität beharrend beibehalten. Es kann freilich oft unangenehm ſeyn, über die Gattung nicht entſcheiden zu können, allein ich bin der Meinung, daſs es für die Phyſik weit nützlicher iſt, mit der Intenſität der Kraft und der Abwechſelung derſelben genau bekannt zu ſeyn, als zu wiſſen, welche Gattung von Electricität ſich an dieſe oder jene Subſtanz ſchlieſst; oder vielmehr beides iſt nützlich, und es iſt daher gut, daſs man Electroſkope und Electrometer habe. Auch gefiel Herrn Erman die Feinheit der Eintheilung nicht, die, ſagte er, dem Fortgange der Wiſſenſchaft nachtheilig ſeyn würde, indem ſie nur überall Ungewiſsheit brächte, wo man mit etwas gröbern Eintheilungen Gewiſsheit haben würde. Dieſer Meinung bin ich aber nicht. Feinere Eintheilungen belehren über das Detail, zeigen Differenzen, wo man keine ahnete, und führen zu Aufſchlüſſen, zu welchen man ſonſt nicht gelangen würde. *)

*) Voraus geſetzt, daſs man das Inſtrument, und alles das, wovon kleine Anomalieen abhängen können, ſo genau und ſo durchaus kenne, wie das jetzt bei den aſtronomiſchen Inſtrumenten der Fall iſt, mit denen man bis auf das feinſte miſst. Man weiſs, wie viel Streitigkeiten über die Duplicaturen der Electricität geführt worden ſind. d. H.

VI.

Sonderbares Tönen einer heifsen Silbermaſſe während des Erkaltens,

vom

HERAUSGEBER.

Während eines Aufenthalts im vergangenen Herbſte von mehrern Tagen auf einigen Hüttenwerken im benachbarten Mansfeld und im Saalkreiſe hatte ich, durch die zuvor kommende Güte ihrer Vorſteher, Gelegenheit, viele für mich neue und lehrreiche Bemerkungen einzuſammeln. Etwas, wovon alle, die dabei gegenwärtig geweſen waren, nicht ohne Verwunderung ſprachen, war die ſonderbare Weiſe, wie in einer Maſſe Silber von ſelbſt eine Art von Orgelton entſtanden ſeyn ſoll. Da mir kein Beiſpiel einer ähnlichen Art von Tonerzeugung bekannt iſt, ſo glaube ich, werden Akuſtiker das, was ich darüber erfahren und ſelbſt mit beobachtet habe, hier nicht ungern leſen.

Auf der *Seigerhütte* bei Hettſtädt, wo aus den Schwarzkupfern des ſächſiſchen Mansfelds das Silber geſchieden und das Kupfer gahr gemacht wird, wurde gerade damals ein ziemlich ins Groſſe gehender Verſuch, dieſen Prozeſs durch Amalgamation zu vollführen, unter den Augen des jetzigen Oberaufſehers der mansfeldiſchen Berg- und Hüttenwerke, des trefflichen Geognoſten und Berg-

baukundigen, Herrn Bergcommiſſionsraths Freſleben, von Herrn Aurichter Schwarz beendigt. Dieſer ausgezeichnete, auch mit der theoretiſchen Chemie gründlich bekannte Hüttenmann war durch das verunglückte Unternehmen, welches dem ſel. Gren die letzten Monate ſeines Lebens verbitterte, einen von ihm erdachten neuen Seigerungsprozeſs durch Schmelzung hier durch Verſuche zu bewähren, veranlaſst worden, ſich mit der Seigerung durch Amalgamation zu beſchäftigen. Die vielen unerwarteten Schwierigkeiten, auf die er dabei ſtieſs, die Art, wie er ſie allmählig überwand, und ſo manche die Chemie berichtigende Erfahrung, auf die er dabei kam, von ihm erzählen zu hören, war für mich ſehr intereſſant; nur die Abſicht, welche Hr. Schwarz hat, ſeine Amalgamationsverſuche ſelbſt bekannt zu machen, kann mich hindern, den Chemikern daraus manches mitzutheilen. Er war jetzt bei dem letzten groſsen Probeverſuche; das Silber hatte er eben rein dargeſtellt, und davon wenigſtens ſo viel, als durch den gewöhnlichen Seigerungsprozeſs erhalten; ob er mit dem Kupfer auch ſo glücklich ſeyn werde, das ſollte ſich nun gerade zeigen. *) Bei dem groſsen Mangel an Brennmaterial würde die Einführung der Amalgamation, (iſt ſie thunlich,) für unſre ganze Gegend, eben ſo wohl als für den Bergbau, eine Wohlthat ſeyn.

*) Auch in Hinſicht der Menge des ausgebrachten Kupfers iſt dieſer Verſuch, wie ich ſeitdem erfahren habe, genügend ausgefallen. *d. H.*

Herr Amrichter Schwarz hatte von diesem erhaltenen Amalgamationssilber ungefähr 6 Mark in einem Tiegel geschmelzt und in eine flach-convexe eiserne Pfanne ausgegossen. Die Scheibe, in welcher das Silber in dieser Pfanne erstarrte, hatte 3 bis 4 Zoll im Durchmesser, bei etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Höhe, und wurde von Herrn Schwarz, um schneller zu erkalten, auf einen eisernen Amboss, mit der convexen Seite unten, gelegt. Bald darauf glaubte er den Ton einer Orgel zu hören. Voll Verwunderung sah er sich nach der Ursache der ungewöhnten Musik um, und fand, dass es das Silber war, von welchem der Ton ausging. Ueber die Umstände, welche diese sonderbare Erscheinung begleiteten, machte er folgende Bemerkungen, die er mir kurz darauf aus dem Gedächtnisse mittheilte.

Das Stück Silber lag, vermöge der zufälligen Gestalt der Pfanne, an der convexen Seite mit drei Punkten auf dem Amboise auf; lag also hohl, und tönte nur in einer Lage recht gut, in welcher es auf diesen Punkten fest auflag; schlechter, wenn es in eine andere Lage gedreht wurde. Den Ton, welchen es hören liess, vergleicht Herr Schwarz mit dem einer tiefen Orgelpfeife. Sich selbst überlassen, blieb es bei einerlei Ton; berührte er aber Stellen am Rande, so veränderte sich der Ton ein wenig. Dasselbe geschah, wenn er auf die obere Fläche des Amboisstocks irgendwo drückte, oder wenn er gegen den eisernen Ring schlug, der den Amboisstock oben umgab.

Die Sonderbarkeit der Sache veranlaſste ihn, den thätigen und verdienten Vorſteher des Hüttenwerks, Herrn Factor Voigtel, und die andern Beamten herbei rufen zu laſſen. Sie bezeugten mir einſtimmig die Richtigkeit der Sache, und wie ſehr das Ungewöhnliche der Tönung ſie überraſcht habe. Hr. Anrichter Schwarz lieſs in ihrer Gegenwart aus dem übrigen Amalgamationsſilber in derſelben Pfanne eine zweite, der vorigen ganz ähnliche Silbermaſſe gieſsen, und ſie ſo heiſs, als es ging, auf den Amboſs legen. Auch ſie gab dieſelben Erſcheinungen, nur in gröſserer Intenſität, als die vorige, welche ſchon mehr erkaltet war.

Ungefähr vierzehn Tage darauf beſuchte ich die Seigerhütte. Zu dem vielen Intereſſanten in dem Hüttenwerke und um daſſelbe, worauf Herr Bergcommiſſionsrath Freisleben mich aufmerkſam zu machen die Güte hatte, gehörte auch dieſe akuſtiſche Merkwürdigkeit; und da die Zeit es mir erlaubte, der freundſchaftlichen Einladung des Herrn Factors zu folgen, und einige Tage bei ihm zu verweilen, ſo wurde beſchloſſen, daſs der Verſuch in meiner Gegenwart wiederhohlt werden ſollte.

Das Amalgamationsſilber war indeſs ſchon fein gebrannt worden, wir konnten daher unſre Beobachtungen nur an Blicksilber und an fein gebranntem Silber anſtellen. Die aus Blicksilber gegoſſene Scheibe war mit einer Haut von Bleioxyd umgeben; ſehr begreiflich tönte die alſo weder während des Erkaltens von ſelbſt, noch nachher, wenn man dar-

anſchlug. Mit dem fein gebrannten Silber gelang uns zwar der Verſuch, als man es in derſelben eiſernen Pfanne zu Silberſcheiben erſtarren lieſs, die in Gröſse und Geſtalt ganz mit den vorigen überein ſtimmten; allein der Ton wurde minder intenſiv, und hatte weniger Aehnlichkeit mit den Orgeltönen, als er das erſte Mahl gehabt haben ſoll. Herr Schwarz ſuchte ſich dieſes daraus zu erklären, daſs das Amalgamationsſilber, (es iſt in der Regel 15¾löthig,) viel härter und elaſtiſcher, als das ganz fein gebrannte Silber ſey, war aber zweifelhaft, ob er die gröſsere Härte einer Beimiſchung von fremden Metallen von ähnlichem Oxydationsvermögen als das Silber, (wahrſcheinlich Nickel,) oder der Beſchaffenheit des Amalgamationsſilbers, vermöge der es beim Feinbrennen einen Geruch nach Salzſäure ausſtoſse, zuſchreiben ſollte.

Die erſtarrte Silbermaſſe wurde, noch ſehr heiſs, mit der convexen Seite nach unten, auf den kalten Ambos gelegt, und hier nahmen wir während des Erkaltens derſelben Folgendes wahr:

Als ſie nur an zwei Stellen auflag, gerieth ſie in eine ſchwankende Bewegung, indem ſie ſich um die Achſe, die durch die beiden Punkte beſtimmt wurde, hin und her drehte. Dieſe Bewegung wurde ſehr ſchnell, und durch das Anſchlagen gegen den Amboſs entſtand ein ununterbrochener tiefer brummender Ton. Zugleich hörte man einen zweiten feinen, doch nur ſehr ſchwachen Ton. Bei-

de waren ganz verſchieden von dem ſo genannten Orgeltönen des Amalgamationsſilbers.

Wenn die Silberſcheiben auf drei Punkten feſt auflagen, ſo entſtand in keiner derſelben bei unſern Verſuchen von ſelbſt ein Tönen. Auch wenn man mit einem Kupferſtabe oder mit einem andern Metalle daran ſchlug, tönte ſie nicht, ſo lange ſie noch ſehr heiſs war. Hatte ſie aber einige Zeit auf dem Amboſse gelegen, ſo brachte ein ſolcher kleiner Schlag gegen irgend eine Stelle des Randes ſogleich einen ſingenden Ton, von bedeutender Stärke, hervor, der in derſelben Höhe ununterbrochen anhielt, anfangs wohl mehrere Minuten lang, ſpäterhin kürzere Zeit, und zuletzt durch höhere Töne zur Ruhe überging. Mit einem Orgeltone mochte ich ihn nicht vergleichen; eher mit dem Tone, den man beim Ohrenklingen zu hören glaubt, mit dem er einerlei Stärke hatte, nur daſs er etwas tiefer war. Schlug man nach dem Erlöſchen des Tons auf eine andere Stelle des Randes, ſo wurde der Ton wieder erweckt, mehrentheils in derſelben, manchmahl in einer etwas veränderten Höhe. Auch veränderte der Ton mitunter ſeine Höhe ein wenig, wenn man während des Tönens an eine andere Stelle des Randes ſchlug. Ohne Daranſchlagen tönte aber, wie geſagt, das Silber nie, wenn es feſt auflag.

Eine Zeit kam, da die Silberſcheibe mir am lebhafteſten zu tönen ſchien. War ſie bis auf einen gewiſſen Grad abgekühlt, ſo war durch das Daranſchla-

gen der singende lange dauernde Ton nicht mehr zu erregen; dann aber fing sie an, bei dem Daranschlagen den bekannten Glockenton zu geben, welcher von jenem singenden gänzlich verschieden war. Schade, dafs keiner von uns so viel musikalisches Gehör hatte, um die Tonhöhen ungefähr zu schätzen. Der Sand, der auf die Oberfläche der Silberscheibe gestreut wurde, blieb während des Tönens derselben in völliger Ruhe; und doch fühlte man in der Silbermasse, wenn man sie lose mit dem Finger berührte, ein starkes Zittern. Drückte man den Finger stärker an, so schwieg sie. Auch in dem Amboße, auf dem das Silber lag, und in dem mächtigen Klotze, in welchem der Amboßs steckte, schien während des Singens eine zitternde Bewegung vor sich zu gehen, wenn man sie lose mit dem Finger berührte, nach Urtheil des Gefühls. Als die Silberscheibe auf das breite Ende eines grofsen Hammers gelegt wurde, dessen Stiel man hielt, und dessen scharfes Ende auf dem Amboße oder dem Klotze ruhte, so tönte es ebenfalls beim Daranschlagen; die Tonhöhe schien aber verschieden zu seyn, wenn der Hammer auf dem Amboße, oder wenn er auf dem Holze ruhte. Hierbei empfand der, welcher den Hammer hielt, ein starkes Zittern im Stiele. Als die Silberscheibe auf eine Bleiplatte, auf ein umgekehrt stehendes hohles Gewicht aus Meßing, auf einen umgekehrten thönernen Tiegel gelegt wurde, war sie nicht zum Tönen zu bringen. Eben so wenig, wenn der Amboßs gar zu heifs geworden war,

wohl aber, ſo bald er dann mit Waſſer abgekühlt wurde.

Während des Singens liefs ſich in der Mitte der Oberfläche, manchmahl auch am Rande, ein Kupferſtab an die Silbermaſſe halten, ohne daſs das Tönen aufhörte, wiewohl das im erſten Falle Einfluſs auf die Tonhöhe hatte, und im zweiten das Tönen etwas ſtörte. Drückte man ſtark auf, ſo verſtummte das Silber.

Herr Anrichter Schwarz wollte an Silbermaſſen von bedeutender Gröſse, und unter abgeänderten Umſtänden dieſe Verſuche bei Gelegenheit fortſetzen. Was wir gemeinſchaftlich beobachteten, reicht, ſo viel ich einſehe, nicht aus, irgend eine genügende Erklärung über die Art zu geben, wie dieſer Ton entſteht, weſshalb ich darüber keine Meinung hinzu füge.

VII.

Steinregen.

In einem Foliobande alter *einzelner* Holzschnitte der herzoglichen Bibliothek zu Gotha, Seite 112, ist Nachricht von einem *erschrecklichen Gesicht und Wunderzeichen*, welches den 1sten März 1564 zwischen Mecheln und Brüssel gesehen worden, gedruckt zu Laugingen durch Emanuel Salzer, auf einem Blatte mit einem bunten Holzschnitte. Der Himmel war erst hell, um 9 Uhr ist er gar feurig geworden, und hat einen Widerschein auf Erden gegeben, dafs alles ganz gelb anzuschauen. „Indem sind drei Männer, so Königs Gestalt ge„habt, erschienen mit Krönen auf ihren Häuptern, „die sind ungefährlich drey Vierthelstund gestan„den. Nach diesem sind sie zusammen gangen und „ungefährlich ein Vierthelstund bey einander ste„hend verharret und also verschwunden. Alsdann „sein erschreckliche Stein vom Himmel gefallen, in „Gestalt und Farb als wären sie Marblstein, darun„ter sind etlich gar grofs bey fünf und sechs Pfund „schwer, gröfser und kleiner gewesen.“

L. A. von Arnim.

VIII.

Schwimmende Ketten.

(Aus einem Schreiben aus Pillau vom 19ten Februar im Hamburger Correſpondenten, No. 41, 1806.

Es war den 9ten dieſes, der Wind ſtark aus Südoſt, und der Thermometerſtand 33½° F., als ſämmtliche 6 Klafter lange eiſerne Ketten, wovon die Tonnen im hieſigen Seegatt befeſtigt ſind, und von denen einige in einer Tiefe von 2 bis 2½ Klafter viele Jahre auf dem Grunde verloren gelegen hatten, von ſelbſt *aus dem Waſſer empor ſtiegen* und auf der Oberfläche ſchwammen. Ferner, ein Tau, ungefähr 30 Klafter lang, das verwichenen Sommer verloren ging und in einer Tiefe von 6 Klaftern lag, kam ebenfalls herauf und ſchwamm horizontal, wie jene Ketten; daſſelbe geſchah mit Steinen, die, Gott weiſs, wie lange, im Meeresgrunde gelegen.

Dieſes iſt das wahre Phänomen, das den Unkundigen hier völlig mirakulös, den Kennern der Naturwirkungen aber wohl begreiflich und erklärbar iſt, als die Wirkung einer Naturerſcheinung, die noch von vielen bezweifelt wird, die aber in facto hier völlig beſtätigt iſt. Doch das ſoll in der Folge angeführt werden. Für jetzt harret man ſehnlich auf die Urtheile der Phyſiker und zugleich auf Nachricht, ob in dieſem ſonderbaren Winter nicht vielleicht auch in andern Häfen der Oſtſee ähnliche *Erſcheinungen* ſich ereignet haben.

(Eben daf., No. 48.) Die Ketten, worauf die Tonnen des Seegatts befeſtigt ſind und von denen einige viele Jahre lang in einer Tiefe von 15 bis 18 Schuhen bei Schappelts-Wrack verloren gelegen, kamen an jenem Tage auf die Oberfläche und ſchwammen. Sie waren aber mit Eis in einer ſtarken Mannsdicke rings um völlig kandirt. Eben ſo ſtiegen Steine, 3 bis 6 Pfund ſchwer, von ſelbſt auf die Oberfläche; aber auch ſie waren mit einer ſtarken Eiskruſte umgeben. Das Tau, welches in einer Tiefe von 30 Fuſs verloren lag und 3½ Zoll dick iſt, war vom Eiſe rings umher 2 Fuſs dick befroren, als man es empor ſteigen ſah. An demſelben Tage, (den 9ten Februar,) muſste ein Schiff, das aus der See kam, gegen den Oſtwind eingeworfen werden. Der Anker, den man dazu brauchte, war, nachdem er eine Stunde im Waſſer gelegen hatte, dergeſtalt mit Eis befroren, daſs es nur der Hälfte der gewöhnlichen Kraft bedurfte, um ihn in die Höhe zu bringen.

Jetzt liegt es wohl klar am Tage, daſs Eis auf dem Grunde des Waſſers ſich erzeugt.

Steenke,
königl. preuſs. Lootſen-Commandeur.

IX.

Zink, ein hämmerbares Metall. *)

Die Herren Charles Hobſon und Charles Sylveſter aus Sheffield haben die intereſſante und einflufsreiche Entdeckung gemacht, daſs Zink

*) *Nicholſon's Journal*, Aug. 1803, p. 304.

ein Metall ist, das sich hämmern läfst. Es war längst bekannt, dafs Zink bis auf einen gewissen ziemlich weit reichenden Grad zu Blechen gewalzt und gestreckt werden könne; man glaubte aber nicht, dafs er sich auch schmieden und zu Draht ziehen lasse. Sie haben indefs gefunden, dafs in einer Temperatur zwischen 210 und 300° F. der Zink so wohl dem Hammer folgt, als sich zu Draht ziehen, und zu Blechen schlagen läfst, wenn er nur während dieser Operationen in jener Temperatur erhalten wird. Dazu kann ein Ofen, oder ein hohles Metallgefäfs, das in der gehörigen Wärme erhalten wird, auf ähnliche Art, wie die Schmiedeesse für Eisen und Stahl, dienen.

Es findet sich, dafs der Zink, nachdem er gehämmert und geschweifst worden, *fortdauernd ein weiches, biegsames* und *dehnbares Metall bleibt*, und nicht zur vorigen halben Sprödigkeit zurückkehrt. Er läfst sich biegen, und zu allem Gebrauche anwenden, wozu man bis jetzt den Zink für unfähig hielt, z. B. zur Fabrication von Gefäfsen, zum Beschlagen der Schiffe und zu vielem anderm. Ich habe, sagt Nicholson, eine erhabene Figur gesehn, die mit einem einzigen Schlage in einem Zinke ausgetrieben war, und die mir so erhaben schien, als sie nur immer in Kupfer hätte gemacht werden können.

Die Erfinder haben über diese neue Art, den Zink zu bearbeiten, ein Patent erhalten.

X.

PREISERTHEILUNG.

Auf Veranlassung der Nationalversammlung der batavischen Republik hatte die *niederländische Gesellschaft der Nationalökonomie zu Haarlem* in ihrer Versammlung am 6ten October 1797 einen Preis von 6000 holländischen Gulden auf eine gekrönte Beantwortung der Frage gesetzt: *Wie kann faules, verdorbenes und stinkendes Wasser von aller Verderbniss befreit und zu einem gesunden Getränke gemacht werden?* Es waren nicht weniger als 38 Beantwortungen dieser Aufgabe eingelaufen. Einer derselben war der Preis in der allgemeinen Versammlung vom 11ten bis 13ten Junius 1805 zuerkannt worden, und dieser Beschluss wurde in der Versammlung der Directoren am 5ten Sept. bestätigt.

Der Verfasser der gekrönten Abhandlung ist der Lector der Medicin und Chemie zu Delft, Herr Doctor Adr. van Stipriaan Luiscius. Von den ausgesetzten 6000 Fl. wurden dem Verfasser nach erprobter Richtigkeit des angegebenen Verfahrens 2000 Fl. sogleich angewiesen. Die übrigen 4000 Fl. aber werden ihm, den Bedingungen des ausgesetzten Preises entsprechend, dann ertheilt werden, wenn man mit dem von ihm angegebenen Mittel mehrere Versuche unter verschiedenen Himmelsstrichen, welche das Verfahren bestätigen, wird gemacht haben.

XI.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

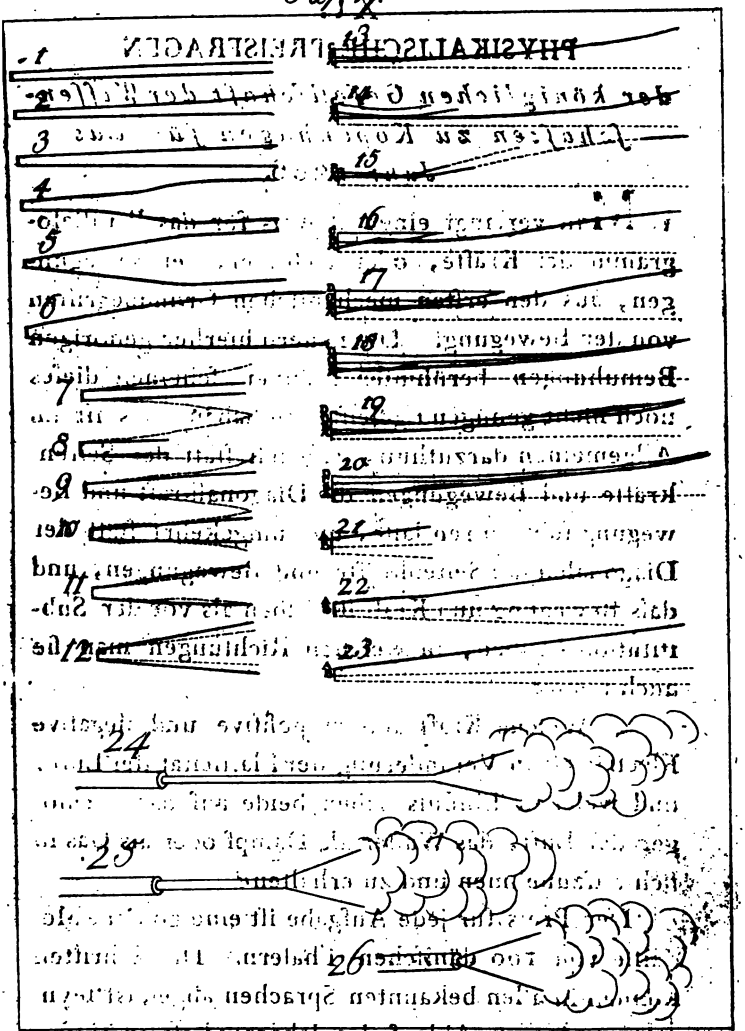
der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen für das Jahr 1806.

1. Man verlangt einen Beweis für das Parallelogramm der Kräfte, oder richtiger, der Bewegungen, aus den ersten mechanischen Grundbegriffen von der Bewegung. Die neuern hierher gehörigen Bemühungen berühmter Männer scheinen dieses noch nicht genügend geleistet zu haben. Es ist im Allgemeinen darzuthun, dafs sich statt der Seitenkräfte und Bewegungen die Diagonalkraft und Bewegung substituiren lasse, und umgekehrt statt der Diagonalen die Seitenkräfte und Bewegungen, und dafs Bewegung und Kraft dieselben als vor der Substitution bleiben, in welchen Richtungen man sie auch nimmt.

2. Welche Kraft äufsert positive und negative Electricität in Veränderung der Elasticität der Luft? und welchen Einfluss haben beide auf das Vermögen der Luft, das Wasser als Dampf oder als Gas in sich aufzunehmen und zu erhalten?

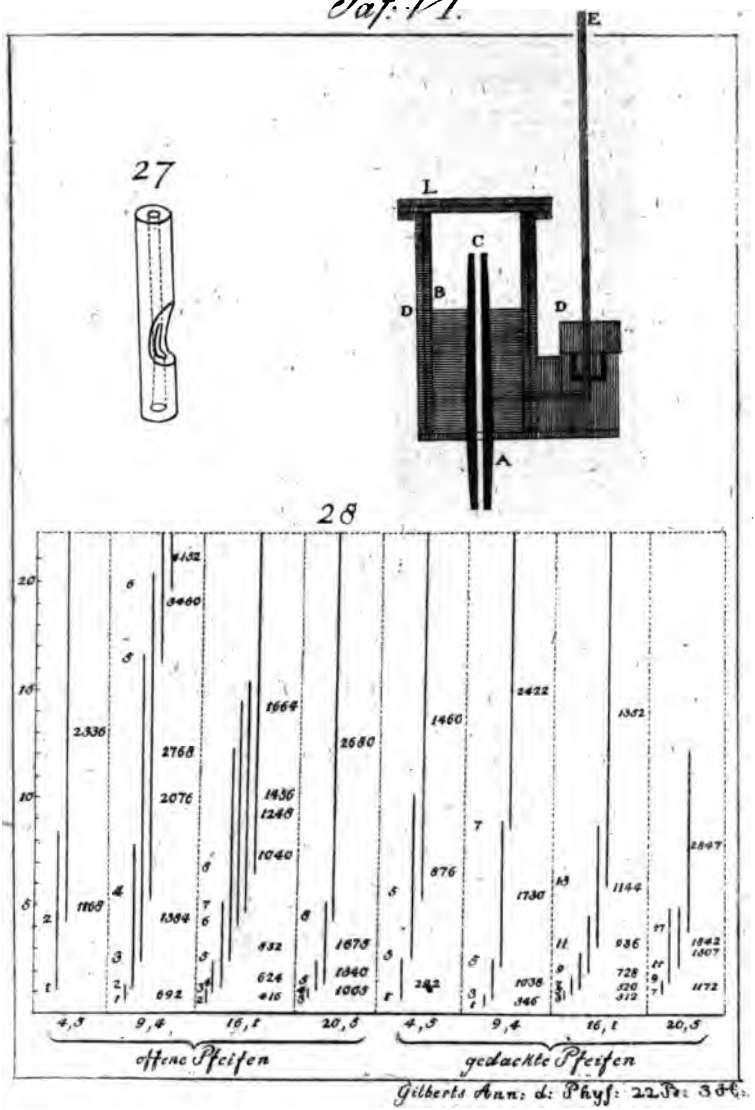
Der Preis für jede Aufgabe ist eine goldene Medaille von 100 dänischen Thalern. Die Schriften können in allen bekannten Sprachen abgefafst seyn, und werden vor Ablauf des Jahres 1806 an Herrn Justizrath und Professor Bugge, als Sekretär der *Gesellschaft*, postfrei eingeschickt.

Tafel V.



Gilberts Ann. d. Phys. 22. 33. 301.

Taf. VI.



Gilberts Ann: d: Phys: 22 Bd: 384.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1806, VIERTES STÜCK.

I.

UNTERSUCHUNGEN

über Schall und Licht,

von

THOMAS YOUNG, M. D., F. R. S.,
ſpäterhin Profeſſor der Phyſik an der Roy. Inſtit. in London,

(Bearbeitet vom Direct. Vieth *in Deſſau.)*

(Beſchluſs von S. 285.)

10. *Analogie zwiſchen Schall und Licht.*

Seit Newton's unvergleichliche Schriften bekannt ſind, hat man ſeine Lehren von dem Ausfliefſen der Lichttheilchen von den leuchtenden Körpern, und von dem formalen Daſeyn farbiger Strahlen im weiſsen Lichte, bei uns allgemein angenommen und auswärtig wenig beſtritten. Leonhard Euler hat allerdings in verſchiedenen ſeiner Werke einige erhebliche Einwürfe gegen Newton vorgebracht, aber doch nicht erheblich genug, um das abſprechende Tadeln zu rechtfertigen, in das er hierbei verfällt. Euler ſtellt dafür das Vibrations-

ſyſtem auf, das ſchon Huyghens und Andere annahmen, welches aber nicht minder ſeine ſchwachen Seiten hat, bei denen man es angreifen kann. Ohne mir eine Entſcheidung über dieſe Streitigkeit anzumaſsen, habe ich mir blofs vorgenommen, einige Betrachtungen beizubringen, welche das Gewicht der gegen Huyghens Theorie gerichteten Einwürfe vermindern dürften. Auch giebt es eine oder ein Paar Schwierigkeiten in dem Newton'ſchen Syſteme, welche bisher nicht ſonderlich beachtet worden ſind. Die erſte iſt die gleichförmige Geſchwindigkeit, womit das Licht von allen leuchtenden Körpern ausſtrömen ſoll, ſie mögen mit Hitze leuchten oder auf andere Art. Wie geht es zu, daſs der ſchwächſte electriſche Strom, das Reiben zweier Kieſelſteine, das ſchwächſte Verbrennen, ſo wie die Weifsglühehitze eines Reverberirofens oder die Glut der Sonne ſelbſt dieſe wunderbaren Körperchen mit gleicher Schnelligkeit forttreiben? Denn wären ſie verſchieden an Geſchwindigkeit, ſo müſste ſich auch eine Verſchiedenheit in der Brechung zeigen. — Aber eine noch unüberwindlichere Schwierigkeit ſcheint darin zu liegen, daſs von jeder brechenden Fläche ein Theil der Lichtſtrahlen nicht gebrochen, ſondern zurück geworfen wird. Es ſcheint nach dieſem Emanationsſyſteme durchaus unerklärbar, warum von einer und eben derſelben Art von Strahlen, unter ganz ähnlichen Umſtänden, einige immer zurück geworfen, andere durchgelaſſen werden.

Dafs eine feine Materie wirklich exiſtire, die in manchen Eigenſchaften der, welche man *Aether* genannt hat, ähnlich iſt, zeigt ſich unläugbar bei den Phänomenen der Electricität, und die Einwürfe gegen das Daſeyn eines ſolchen im Univerſum verbreiteten Aethers ſind von Euler hinlänglich beantwortet worden. Die ſchnelle Fortpflanzung der electriſchen Erſchütterung zeigt, daſs das electriſche Fluidum eine Elaſticität beſitze, wie ſie zur Fortpflanzung des Lichts erforderlich ſeyn würde. Ob der electriſche Aether und der leuchtende Aether für einerlei zu halten ſind, ob ein ſolches Fluidum exiſtire, mag vielleicht einſt durch Verſuche auszumitteln ſeyn; bis jetzt bin ich nicht im Stande geweſen, zu bemerken, daſs die brechende Kraft einer Flüſſigkeit durch Electricität Veränderung erleide.

Die Gleichförmigkeit der Bewegung des Lichts in einerlei Medium, welche in der *Newton'ſchen* Theorie eine Schwierigkeit iſt, begünſtigt dagegen die Annahme der *Huyghens'ſchen*, da bekanntlich alle Eindrücke durch ein elaſtiſches Fluidum mit gleich bleibender Geſchwindigkeit fortgepflanzt werden.

Es iſt ſchon gezeigt worden, daſs der Schall wahrſcheinlich ein ſehr geringes Beſtreben zur Divergenz habe; in einem ſo äuſserſt elaſtiſchen Medium, als der leuchtende Aether ſeyn muſs, kann man vollends das Beſtreben zur Divergenz als unendlich klein annehmen, und ſo würde die groſse Einwendung gegen das Vibrationsſyſtem aus dem

Wege zu räumen seyn. Es ist nicht gänzlich gewiss, dass die weisse Linie, die in Newton's und Jordan's Versuchen *) an der Schärfe eines Messers nach allen Richtungen hin erscheint, nicht zum Theil von dem Bestreben des Lichts, zu divergiren, verursacht wurde.

Euler's Hypothese vom Durchgange des Lichts durch durchsichtige Mittel, vermöge einer Bewegung der Theilchen dieser brechenden Mittel selbst, ist starken Einwürfen ausgesetzt. Nach dieser Voraussetzung müsste die Brechung der Lichtstrahlen aus dem reinen Aether, wie ihn Euler beschreibt, in die Atmosphäre, eine Million Mahl gröfser seyn, als sie wirklich ist.

Zur Erklärung der Phänomene von *partialer* und *totaler Zurückwerfung*, *Brechung* und *Beugung*, muss man nothwendig annehmen, dass alle brechende Media durch ihre Anziehung einen grösern oder kleinern Theil des leuchtenden Aethers zurück halten, so dass seine Dichtigkeit gröfser wird, als die, welche er im leeren Raume hatte, ohne dass seine Elasticität vergröfsert wird. Man muss ferner zur Erklärung jener Phänomene annehmen, dass Licht nichts anderes sey, als eine Fortpflanzung eines von leuchtenden Körpern dem Aether mitgetheilten Stosses. Ob dieser Stoss herrühre von einer partialen Emanation des Aethers, oder von Vibrationen der Theilchen des Körpers, und

*) *Annalen*, XVIII, 1. *d. H.*

ob dieſe Vibrationen, wie Euler meint, von verſchiedener und unregelmäſsiger Gröſse, oder ob ſie gleichförmig und vergleichbar groſs *(comparatively large)* ſind, bleibt folgenden Unterſuchungen vorbehalten. Da nun die Richtung eines durch ein Fluidum fortgepflanzten Eindrucks *(impulſe)* von der Richtung der gleichzeitig ſich bewegenden Theilchen abhängt, auf welche ſie immer ſenkrecht iſt, *(to which it is allways perpendicular,)* ſo muſs alles, was die Richtung des Pulſus *(pulſe)* ändert, den Lichtſtrahl ablenken. *) Wenn ein kleinerer elaſtiſcher Körper gegen einen gröſsern ſtöſst, ſo wird bekanntlich der kleinere mit mehr oder weniger Gewalt zurück getrieben, je nachdem der Unterſchied ihrer Gröſse mehr oder weniger beträgt; alſo findet immer eine Zurückwerfung Statt, wenn die Lichtſtrahlen aus einer dünnern Schicht des Aethers auf eine dichtere treffen, und oft ein Echo, wenn der Schall gegen eine Wolke ſtöſst. Wenn ein gröſserer Körper auf einen kleinern trifft, ſo treibt er dieſen fort, ohne ſeine ganze Bewegung zu verlieren; die Theilchen einer dichtern Schicht Aethers werden folglich den Theilchen einer dünnern nicht ihre ganze Bewegung mittheilen, ſie werden aber in ihrem Beſtreben, fortzugehen, von der Attraction der brechenden Subſtanz mit gleicher Kraft zurück gehalten, und ſo wird immer

*) Ich habe es für das Beſte gehalten, Young's — Raiſonnement *treu* zu überſetzen. *V.*

mittelbar eine *Zurückwerfung* hervor gebracht, wenn die Lichtſtrahlen aus der dichtern in die dünnere Schicht kommen. Es ſey *AB*, Taf. VII, Fig. 29, ein Lichtſtrahl, der auf die brechende Fläche *FG* fällt; die Richtung der Schwingung (*vibration*), oder des Pulſus oder Eindrucks (*pulſe, impreſſion*), oder der Verdichtung (*condenſation*) ſey *cd*. Wenn *d* nach *H* kömmt, ſo wird der Eindruck (*impreſſion*) von der brechenden Fläche *FG* entweder ganz oder zum Theil mit derſelben Geſchwindigkeit, womit er angelangt iſt, zurück geworfen, und es wird $EH = DH$, der Winkel $EIH = DIH$, oder $= CIF$, und der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich. Es ſey wiederum Fig. 30 *FG* eine brechende Fläche. Der Theil *IE* des Pulſus, der ſich durch das brechende Medium hindurch arbeitet, wird ſich mit gröſserer oder kleinerer Geſchwindigkeit bewegen, und zwar im Verhältniſſe der Quadratwurzeln der Dichtigkeit, und *HE* wird zu *KI* in dieſem Verhältniſſe ſtehen. Für den Halbmeſſer *HI* aber iſt *HE* der Sinus des Brechungswinkels, und *KI* der Sinus des Einfallswinkels. — Dieſe Erklärung der *Brechung* iſt ungefähr dieſelbe, wie die *Euler*'ſche. Die *gänzliche Zurückwerfung* eines Lichtſtrahls von einer brechenden Fläche läſst ſich auf eben die Art wie ſeine bloſse Brechung erklären, indem *HE*, Fig. 31, ſo viel länger als *KI* iſt, daſs der Strahl erſt parallel mit *FG* wird, und dann, da er durch eine gleiche Verſchiedenheit von

Medien zurück kehren mufs, unter gleichem Winkel zurück geworfen wird. *)

*) Ich mufs mich bei dieſer Stelle wieder durch Beifügung des Originals rechtfertigen: „*The total reflection of a ray of light by a refracting ſurface, is explicable in the ſame manner as its ſimple refraction; HE, Fig. 31, beeing ſo much longer than KI, that the ray firſt becomes parallel to FG, and then, having to return through an equal diverſity of media, is reflected in an equal angle.*“ — Ziemlich unverſtändlich! zumahl da in der 31ſten Fig. *gar keine Buchſtaben* ſtehen, worauf der Verf. doch verweiſet. Folgendes mag zur Erläuterung dienen.

Wenn ein Lichtſtrahl aus Glas in Luft übergehen ſoll, ſo mufs er bekanntlich mit dem Einfallslothe keinen gröſsern Winkel als 41° 48′ . . . machen. Bei einem gröſsern Einfallswinkel würde der Sinus des Brechungswinkels, der = $\frac{3}{2}$ ſin. des Einfallswinkels iſt, gröſser als der ſin. tot. Es findet bei einem Einfallswinkel über 41° 48′ alſo keine Brechung aus Glas in Luft mehr Statt, ſondern es erfolgt *gänzliche Zurückwerfung* innerhalb des Glaſes. Dafs ſtatt *Glas*, *Luft*, $\frac{3}{2}$; allgemein *dichteres Medium*, *dünneres Medium*, *Brechungsverhältniſs* geſetzt werden könne, bedarf keiner Erwähnung. Wer den Weg eines Strahls nun nach Maafsgabe des bekannten Geſetzes der Brechung, vermittelſt des Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels zeichnen will, der findet bei dem Einfallswinkel von 41° 48′ + freilich die *trigonometriſche Unmöglichkeit*, ihn aus dem Glaſe in die Luft übergehen zu laſſen, ſieht aber hieraus noch nicht die Nothwendigkeit der Zurückwerfung ein, die hier an die

Wenn der Lichtſtrahl nahe bei einem beugenden Körper vorbei geht, der, wie man dies bei allen Körpern voraus ſetzen kann, mit einem dichtern Aether als der dem anliegenden Luft umgeben iſt,

Stelle der Brechung tritt. Dies will nun Young in der obigen Stelle *mechaniſch erweiſen*, und das iſt allerdings befriedigender, als die Erſcheinung ſelbſt bloſs *empiriſch aufweiſen*. Seinen Beweis mehr aus einander zu ſetzen, mag Fig. 31 * dienen. Young denkt ſich den Lichtſtrahl als eine Reihe von „*vibrations*, *pulſes*, *impreſſions*, *condenſations*," (um ſeine eignen Worte zu nehmen,) und druckt dies in der Zeichnung, (z. B. Fig. 30,) durch Linien aus, die auf der Richtung des Strahls *AB* ſenkrecht ſind, wie hier *CD*. Wenn nun ein ſolcher Pulſus mit dem Theile *ID* aus Glas in Luft, (allgemein aus dem dünnern Medio in das dichtere,) übergeht, ſo findet er hier weniger Widerſtand in ſeiner Bewegung, und ändert ſeine Lage, und zwar in entgegen geſetzter Richtung, als in Fig. 30 für Refraction dargeſtellt iſt; nämlich der Pulſus *CD* kömmt in die Lage *BE*, weil ſein unterer Theil im dünnern Medio weniger gehindert wird. So wird Young's Ausdruck verſtändlich, daſs *HE* gröſser als *IK* werde. Bei *L* wird wieder eine ähnliche Aenderung erfolgen, bei *M* wird der Strahl der Fläche *FG* parallel ſeyn, und bei *N* und *O* wird er ſich wieder aufwärts lenken, und endlich nach der Richtung *OP* fortgehen, die eben den Winkel mit dem Einfallslothe *QR* macht, wie *AB*. Bei kleinern Winkeln des einfallenden Strahls gegen das Einfallsloth geht er zwar in die Luft über, entfernt ſich aber von dem Einfallslothe. *Vieth.*

ſo wird der Theil des Strahls zunächſt bei den Körpern aufgehalten, und folglich der ganze Strahl gegen den Körper hin *gebeugt*, Fig. 32. Die Zurückſtoſsung bei gebeugten Lichtſtrahlen iſt ſehr geſchickt von Jordan, dem ſinnreichen Verfaſſer einer neuerlich erſchienenen Abhandlung über Beugung des Lichts, *) beſtritten worden.

Euler hat ſchon gemuthmaſst, daſs die *Lichtfarben* in verſchiedener Schnelligkeit der Schwingungen des Lichtäthers beſtünden. Mir ſcheint nicht, daſs er ſeine Meinung mit Gründen unterſtützt habe; aber ſie wird gar ſehr beſtätigt, durch die Analogie zwiſchen den *Farben einer dünnen Platte* und den *Tönen einer Reihe Orgelpfeifen*. Das Phänomen der Farben einer dünnen Platte erfordert nach dem Newton'ſchen Syſtem eine ſehr gekünſtelte Vorausſetzung von einem Aether, der in ſeiner Bewegung der Geſchwindigkeit der Lichtſtrahlen zuvor eilt, und ſo die Uebergänge von Hindurchgehen und Zurückwerfung (*the fits of transmiſſion and reflection*) hervor bringt, und ſelbſt dieſe Vorausſetzung will immer noch nicht recht die Erklärung unterſtützen. Aus der genauen Analyſe der Phänomene, welche Newton gegeben hat, und welche durch keine ſpätere Beobachtung widerlegt iſt, erhellet, daſs dieſelbe Farbe wiederkehrt, wenn die Dicke den Gliedern einer arithmetiſchen

*) Die ich in den *Annalen*, XVIII, 1, mitgetheilt habe. *d. H.*

Reihe entſpricht. Dies iſt nun ganz ſo, wie bei Hervorbringung des nämlichen Tons, vermittelſt gleichförmigen Anblaſens, bei Orgelpfeifen, welche verſchiedene Vielfache derſelben Länge ſind. *)

Nehmen wir weiſses Licht als einen fortgeſetzten Impuls oder Strom (*impulſe or ſtream*) von Lichtäther an, ſo können wir uns vorſtellen, daſs er ſo auf die Platten wirke, wie ein Luftſtrom (*blaſt of air*) auf die Orgelpfeifen, und Schwingungen hervor bringe, deren Geſchwindigkeit ſich nach der Länge der Linien richtet, die von den beiden, brechenden Flächen begränzt werden. Man könnte einwerfen, daſs, um die Analogie vollkommen zu machen, auch Röhren da ſeyn müſsten, die beim Lichte das wären, was beim Tone die Orgelpfeifen ſind; aber die Röhre einer Orgelpfeife iſt nur deſshalb nothwendig, um die Divergenz der eingedrückten Bewegung (*impreſſion*) zu verhindern; beim Lichte aber findet ſich wenig oder gar kein Beſtreben zur Divergenz. Auch wird in einem tönenden Gange die Luft nicht verhindert, zu tönen, ob ſie gleich Freiheit hat, ſich ſeitwärts zu bewegen. Ein Theil der Bahn eines Lichtſtrahls durch eine gleichförmige Aetherſchicht ſcheint eine Normallänge für Farbenſchwingungen abgeben zu können. **) Bei Beugungen mag die Länge der

*) — *which are different multiples of the ſame length.*

**) *It would ſeem, that the determination of a portion,*

Bahn eines Lichtſtrahls durch die beugende Atmoſphäre ſeine Schwingungen beſtimmen. Aber, da wahrſcheinlich Zurückwerfung von jedem Theile der Oberfläche der umgebenden Atmoſphäre Statt findet, die in den erwähnten Verſuchen zum Erſcheinen der weiſsen Linie in jeder Richtung beiträgt, ſo iſt es wohl möglich, daſs in dieſem Falle eine zweite Zurückwerfung von der Oberfläche des Körpers ſelbſt geſchehe, und daſs durch wechſelſeitige Zurückwerfung zwiſchen dieſen beiden Oberflächen eine Art von ſchlangenförmiger Bewegung, wie Newton vermuthete, wirklich Statt finde; und dann würde die Analogie mit den Farben dünner Scheiben noch vollkommener ſeyn.

Eine Miſchung von Schwingungen von allen möglichen Geſchwindigkeiten kann leicht die beſondere Natur einer jeden einzelnen zerſtören, die allgemeine Wirkung derſelben giebt das weiſse Licht.

Die gröſste Schwierigkeit in dieſem Syſteme iſt die verſchiedene Brechbarkeit der Farbenſtrahlen, und die Spaltung des weiſsen Lichts bei der Brechung. Wenn man aber bedenkt, wie unvollkommen immer noch die Theorie der elaſtiſchen Flüſſigkeiten iſt, ſo wird man wohl nicht erwarten, jeden

of the track of a ray of light through any homogeneous ſtratum of ether is ſufficient to eſtabliſh a length, as a baſis for coloritic vibrations.

Umſtand ſogleich ganz aufs Reine gebracht zu ſehen. *)

In der Folge kann noch darauf Rückſicht genommen werden, in wie fern die vortrefflichen Verſuche des Grafen v. Rumford, welche gröſsten Theils darauf abzwecken, die Evidenz der neuern Theorie der Wärme zu ſchwächen, dem einen oder dem andern Syſteme über Licht und Farben günſtig ſind.

So viel ich weiſs, hat man noch keine vergleichende Verſuche über Beugung des Lichts an Materien von verſchiedenem Brechungsvermögen. Es lieſsen ſich, wenn ich nicht irre, einige ſehr intereſſante Reſultate von dieſer Unterſuchung erwarten.

II. *Zuſammenſchmelzen der Töne.*

Man muſs ſich wundern, daſs ein ſo guter Mathematiker, wie Dr. Smith, einen Augenblick die Vorſtellung bei ſich erhalten konnte, daſs die Schwingungen verſchiedener Töne ſich nach allen Richtungen durchkreuzen könnten, ohne die einzelnen Lufttheilchen durch ihre vereinte Kraft zu affi-

*) Herr Young hat dieſen Faden wiederhohlt in den folgenden Jahren wieder aufgenommen, und in mehrern Abhandlungen die Ideen, welche hier nur leicht angedeutet ſind, umſtändlicher entwickelt und weiter ausgeführt. Einiges aus dieſen Aufſätzen und über ſie hoffe ich den Leſern künftig mitzutheilen. *d. H.*

ciren. Durchkreuzen müſſen ſie ſich ohne Zweifel, ohne ſich in ihrem Fortgange zu ſtören; aber dies kann nicht anders geſchehen, als ſo, daſs jedes Theilchen an beiden Bewegungen Theil nimmt. Wenn es für dieſe Behauptung eines Beweiſes bedürfte, ſo würde ſich dieſer zur Genüge aus den Phänomenen der *Schläge (beats)* und der von Romieu und Tartini beobachteten *Combinationstöne* ergeben, welche La Grange bereits aus demſelben Geſichtspunkte betrachtet hat. *)

Um den einfachſten Fall zuerſt zu betrachten, wollen wir annehmen, was vermuthlich niemahls genau ſo ſich ereignet, daſs die Luftheilchen, indem ſie die Schwingungen fortpflanzen, mit gleichförmiger Bewegung vorwärts und rückwärts gehen. Um ihre Bewegung dem Auge anſchaulich zu machen, wollen wir den gleichförmigen Fortgang der Zeit durch das Wachſen der Abſciſſen, und die Entfernung des Luftheilchens von ſeiner urſprünglichen Lage durch die Ordinaten darſtellen, (Taf. VII, Fig. 33—38.) Wenn nun zwei oder mehrere Vibrationen nach einerlei Richtung zuſammen treffen, ſo wird die vereinigte Bewegung durch die Summe oder Differenz der Ordinaten dargeſtellt. Bei zwei

*) Die Leſer werden ſich jetzt an die im 21ſten Bande dieſer *Annalen*, S. 265 f., mitgetheilten Streitſchriften über Combinationstöne erinnern, in welchen von dieſem gegenwärtigen Aufſatze, als einem vorher gehenden, mehrmahls die Rede war.

V.

Tönen von gleicher Stärke und ungefähr von gleicher Höhe, (wie Figur 36,) ist die combinirte Schwingung abwechselnd sehr schwach und sehr stark, und bringt die Wirkung hervor, die wir Schläge *(beats)* oder *Pulsus* nennen, (Taf. VIII, Fig. 43 *B* und *C*,) *) die um desto langsamer und markirter sind, je näher die Töne sich an Geschwindigkeit der Schwingungen gleich kommen. Von dergleichen Pulsirungen kann es mehrere Ordnungen geben, wie es das periodische Zusammentreffen der Zahlen, die ihre Schwingungsverhältnisse ausdrucken, mit sich bringt.

Nur in der Mitte einer Pulsirung, nicht aber in ihrer ganzen Dauer ist die Stärke des combinirten Tons doppelt so grofs, als die des einfachen; und so könnte man sagen, die Stärke eines Tons in einem Concerte sey nicht genau in dem Verhältnisse wie die Anzahl der Instrumente, die ihn hervor bringen. Liefse sich eine Methode erfinnen, dies durch Versuche zu bestimmen, so wäre das bei Vergleichung von Schall und Licht zu gebrauchen.

Es seyen P und Q, Fig. 33, Taf. VII, die mittlern Punkte der vor- oder rückwärts gehenden Bewegung eines Theilchens in zwei auf einander folgenden combinirten Schwingungen. Da nun $CP = PD$; $KR = RN$; $GQ = QH$; $MS = SO$: so ist die doppelte Entfernung $2RS = 2RN +$

*) Vergl. das Ende dieses Abschnittes. *d. H.*

$2NM + 2MS = KN + NM + MO = KM + NO$, das heifst, gleich der Summe der Entfernungen, um welche die correfpondirenden Punkte der einfachen Vibrationen von einander abftehen. *) Wenn zum Beifpiel die beiden Töne fich verhalten wie 80:81, fo wird die combinirte Schwingung zu ihnen im Verhältniffe von 80,5 ftehen, und das arithmetifche Mittel zwifchen den Perioden der einfachen Vibrationen halten.

*) Die Lefer wiffen aus den in den *Annalen*, XXI, 265, mitgetheilten Auffätzen, dafs Young durch die Betrachtung diefer Combination zweier Schwingungen zu einer einzigen auf die *Wellenftäbchen (harmonic fliders)* geführt wurde. In gegenwärtigem Auffatze ftellt er Fig. 33 — 38 die Schwingungen als Zickzack, (nicht als Wellenlinie,) dar. Es wäre, glaube ich, deutlicher gewefen, in der Fig. 33 die urfprünglichen Schwingungen von den combinirten abgefondert zu zeichnen. Für die Zeichnung ift es freilich bequemer, die combinirten gleich auf die zweiten einfachen zu zeichnen. Ich werde den Herrn Herausgeber erfuchen, die combinirte Linie *ABCDEFGH* etwas ftärker ftechen zu laffen, damit fie fich beffer vor den urfprünglichen auszeichne. Da ich bei Erklärung der Wellenftäbchen fchon ziemlich ausführlich die Art der Entftehung und Zeichnung der Combinationslinie gezeigt habe, fo glaube ich hier zur Figur 33 keine Erläuterung hinzu fügen zu dürfen, indem die Sache wefentlich diefelbe ift, und eine aufmerkfame Anficht der Figur die weitern Anweifungen überflüffig macht. *V.*

Je gröſser der Unterſchied der Höhe zweier Töne iſt, deſto ſchneller ſind die Schläge, bis ſie zuletzt, ſo wie die oben erwähnten Repercuſſionen, die Vorſtellung eines fortdauernden Tons erwecken, und dies iſt der von Tartini beſchriebene harmoniſche Fundamentalton. So ſind in Figur 34 — 37 die Schläge der aus den Intervallen 1 : 2; 4 : 5; 9 : 10; 5 : 8 zuſammen geſetzten Schwingungen gezeichnet, welche, (wenn anders die Töne nicht zu tief genommen werden,) einen deutlich hörbaren Ton hervor bringen, wie es dem periodiſchen, gänzlichen oder ungefähren Zuſammentreffen der Schwingungen gemäſs iſt, wie auch Fig. 38 zeigt. *)

Aber auſser dieſem Hauptcombinationston läſst ſich bisweilen noch ein zweiter Ton hören, wenn die zwiſchen liegenden zuſammen geſetzten Vibrationen, obgleich unterbrochen, in einem gewiſſen Zwiſchenraume wiederkehren. Zum Beiſpiele in der Coaleſcenz zweier Töne, die ſich wie 7 : 8, oder

*) . . . . *where the beats, if the ſounds be not taken too grave, conſtitute a diſtinct ſound, which correſponds with the time elapſing between two ſucceſſive coincidences, or near approaches to coincidence; for that ſuch a tempered intervall ſtill produces a harmonic, appears from Fig.* 38." Warum dieſe letztere Figur *beſonders* von Young als Beſtätigung ſeiner Combinationstöne aufgeführt wird, davon ſehe ich den Grund nicht ein. *V.*

oder 5 : 7, oder 4 : 5 verhalten, findet sich ein Wiederkehren eines ähnlichen Zustandes der vereinten Bewegung ungefähr in Zwischenräumen von $\frac{5}{12}$, $\frac{4}{12}$ oder $\frac{3}{9}$ der ganzen Periode; weshalb in der grofsen Terz, die Quart unter dem Grundtone eben so deutlich gehört wird, als die Doppeloctav, wie man schon einiger Mafsen aus Fig. 35 sieht, wo *AB* beinahe $\frac{2}{3}$ von *CD* ist. *) Eben dieser Ton entsteht auch bisweilen, wenn man die kleine Sexte unter dem Grundtone nimmt, vermuthlich weil diese Sexte, wie jeder andere Ton, fast immer mit einer Octav als einem harmonischen Tone begleitet ist.

*) *But besides this primary harmonic a secondary note is sometimes heard; „where the intermediate compound vibrations occur at a certain interval, though interruptedly; for instance in the coalescence of two sounds related to each other as* 7 : 8; 5 : 7; *or* 4 : 5, *there is a recurrence of a similar state of the joint motion nearly at the intervall of* $\frac{5}{12}$, $\frac{4}{12}$ *or* $\frac{3}{9}$ *of the whole period; hence in the concord of a major third, the fourth below the key note is heard as distinctly* (?) *as the double octave, as is seen in some degree in Fig.* 35.

Ich gestehe, dafs ich aus dieser Stelle und aus der angeführten Figur nicht recht einsehe, was Young eigentlich sagen will. Auch kann ich aus meinen Versuchen nicht bestätigen, dafs man mehr als Einen Combinationston höre. Warum Young $\frac{5}{12}$; $\frac{4}{12}$; $\frac{3}{9}$ sagt, und nicht lieber $\frac{1}{3}$, davon weifs ich keinen Grund anzugeben. *V.*

Wenn man die Winkel aller der Figuren, die aus dieſen Bewegungen entſtehen, abrundet, ſo werden ſie der Darſtellung der wirklichen Umſtände näher kommen; aber da die Geſetze, wornach ſich die Bewegung der Lufttheilchen richtet, nach dem verſchiedenen Urſprunge und nach der Natur des Tons verſchieden ſind, ſo iſt es unmöglich, einen Beweis allen anzupaſſen. Wenn übrigens angenommen wird, daſs die Theilchen dem Geſetze der harmoniſchen Curve folgen, die von gleichförmiger Kreisbewegung abgeleitet wird, ſo wird die zuſammen geſetzte Schwingung nicht das arithmetiſche, ſondern das harmoniſche Mittel ſeyn; und der zweite Combinationston aus den unterbrochenen Vibrationen wird ſich genauer bilden und ſtärker markirt ſeyn. Taf. VIII, Fig. 41. 42. Der Beweis läſst ſich aus den Eigenſchaften des Kreiſes herleiten.

Es iſt merkwürdig, daſs das Geſetz, wornach ſich bei combinirten Schwingungen die Bewegung der Theilchen richtet, einiger beſondern Abänderungen fähig iſt. Wenn man zu einem gegebenen Tone andere ähnliche Töne hinzu fügt, die ſich zu jenem in Anſehung der Geſchwindigkeit der Schwingungen wie die Reihe der ungeraden Zahlen, in Anſehung ihrer Stärke aber umgekehrt wie dieſe Zahlen verhalten, ſo laſſen ſich die geraden Linien, welche eine gleichförmige Bewegung bezeichnen, ſehr nahe in Sinusfiguren, und die Sinusfiguren in gerade Linien verwandeln, Fig. 39, 40. †)

†) Ich muſs hier meine vorige Bemerkung wiederhohlen, daſs Young nicht recht verſtändlich iſt. *Figures of fines* könnte man auch durch Sinuszahlen überſetzen, aber ich ſähe nichts an Deutlichkeit gewonnen. Ich habe übrigens die Pflicht eines treuen Ueberſetzers erfüllt, und es wird mir lieb ſeyn, wenn unter den Leſern ſich ein *Oedipus* findet, der obiges beſſer erklärt. *V.*

[Vielleicht, daſs folgende Erklärung der Figuren, die zu dieſem Abſchnitte gehören, (auſser der erſten, Tafel VII, Figur 33, von der S. 351 umſtändlich geredet worden,) mit Herrn Young's eignen Worten, einiges Licht über manche dunkle Stellen dieſes Abſchnitts verbreitet:

„*Figur* 34, *Taf.* VII, ſtellt die Combination zweier „gleichen Töne, welche das Intervall einer Octave ausmachen, vor, wobei angenommen wird, „daſs die Luftheilchen auf gleiche Art vor- und „zurück ſchwingen. — *Fig.* 35, 36, 37, ſind ähnliche Vorſtellungen einer groſsen Terz, eines „groſsen ganzen Tons *(major tone)* und einer „kleinen Sexte. — *Fig.* 38 ſtellt eine groſse Quart „vor, welche um ungefähr zwei Comma temperirt „iſt; und *Fig.* 39, *Tafel* VIII, eine Schwingung „von ähnlicher Natur, combinirt mit ſubordinirten „Schwingungen derſelben Art, in den Verhältniſſen von 3, 5 und 7."

„Taf. VIII, Fig. 40, iſt die Darſtellung einer „Schwingung durch eine Curve, deren Ordinaten „die Sinus von gleichförmig wachſenden Kreisbogen ſind, welche mit der Bewegung eines Cycloidal-Pendels correſpondiren, combinirt mit „ähnlichen ſubordinirten Schwingungen in den Verhältniſſen von 3, 5 und 7. — In Fig. 41, 42 ſieht „man zwei verſchiedene Lagen *(poſitions)* einer

„grofsen Terz, welche aus ähnlichen Schwingungen zuſammen geſetzt iſt, dargeſtellt durch Sinusfiguren, *(as repreſented by figures of ſines.)*

„Fig. 43, (ſ. S. 350,) iſt eine abgekürzte Darſtellung einer Reihe von Schwingungen: *A* ein ſimpler einförmiger Ton; *B* das Schlagen oder Pulſiren *(beating)* zweier gleicher Töne, die nahe im Uniſono ſind, abgeleitet von geradlinigen Figuren; und *C* von Sinusfiguren; *D* eine muſikaliſche Conſonanz, welche durch ihre häufigen Schläge einen Fundamental-harmoniſchen-Ton hervor bringt, *(making by its frequent beats a fundamental harmonic.)* *E* ſtellt die unvollkommenen Schläge zweier ungleicher Töne vor.“

Daſs Herr Young ſelbſt ſich bewuſst iſt, vieles in dieſer Abhandlung, (welche manche noch zu verarbeitende Collectaneen zu enthalten ſcheint,) im Dunkel gelaſſen zu haben, beweiſt ſeine ſpätere Erklärung, welche ich am Ende derſelben hinzu gefügt habe. Die *figures of ſines*, und einiges andere, was mit der Cykloide und der harmoniſchen Curve in Verbindung ſteht, dürften vielleicht mehr Licht erhalten aus ſeinem *Eſſay on cycloidal curves* in dem *Britiſh magazine for April* 1800, auf welchen er in einem andern Aufſatze verweiſt. *d. H.*]

12. *Zahl der Schwingungen für einen gegebenen Ton.*

Die Zahl der Schwingungen, welche ein gegebener Ton in einer Secunde macht, iſt verſchiedentlich beſtimmt worden. Zuerſt von Sauveur durch einen ſinnreichen Schluſs, aus den Pulſus

zweier Töne; und nachher von demſelben Beobachter, ſo wie von verſchiedenen andern, durch Rechnung aus dem Gewichte und der Spannung einer Saite. Es ſchien der Mühe werth, zur Beſtätigung einen von Merſenne angegebenen, aber ziemlich roh ausgeführten Verſuch, mit einer Saite von 100 Zoll Länge, anzuſtellen, die ſo locker geſpannt wurde, daſs ihre einzelnen Schwingungen ſichtbar, und durch einen nahe daran gehaltenen Federkiel auch hörbar waren. So fand ſich, daſs ſie 8,3 Schwingungen in 1 Secunde machte. Auf ein Achtel oder einen noch kürzern aliquoten Theil ihrer Länge geſtemmt, *) fand ſich der Grundton um ein Sechstheil eines Tons höher, als die reſpective Octav einer Stimmgabel, die *C* angab. Die Gabel war demnach ein und ein halbes Comma über das von Sauveur angenommene imaginäre *C*, welches eine Vibration in einer Secunde machen ſollte. †)

*) Daſs ich hier *Steg unterſetzen*, oder dergleichen, kurz durch *Stemmen* der Saite ausdrucke, wird man mir wohl hingehen laſſen. *V.*

†) Da man nicht voraus ſetzen kann, daſs jedem Leſer alle Kleinigkeiten der calculatoriſchen Muſik ſogleich gegenwärtig ſeyn ſollten, ſo wird hier eine Erläuterung nicht überflüſſig ſeyn. Sauveur ſchlug einen fixen Ton vor, um die Stimmung der Inſtrumente darnach feſt zu ſetzen. Er nahm dazu den, welcher 100 Schwingungen nach ſeinem und Newton's Sprachgebrauch, das heiſst, 100 Doppelſchwingungen, oder 200 einfache, in 1 Secunde macht, (welches nach jetziger hoher) Stimmung

etwa grofs Gis seyn würde.) Young spricht hier von einem von Sauveur angenommenen *imaginären* C welches *eine* Schwingung in 1 Secunde macht. Da ich die *histoire de l'académie de Paris* vom Jahre 1700, worin Sauveur jene Idee eines fixen Tons vorträgt, nicht zur Hand habe, so kann ich nicht sagen, ob von diesem imaginären C darin ebenfalls die Rede ist. Wenn denn nun ein solches Riesen-C eine Schwingung in 1 Secunde macht, so macht dessen Octav deren 2, die Doppeloctav 4, u. s. w., so dafs alle C durch Potenzen der 2 ausgedruckt werden, welches auch in der That ganz bequem ist, und mit gewöhnlicher Stimmung unsrer wirklichen C gut überein trifft.

In der Reihe 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128 . . ., wo die Expon. 0 1 2 3 4 5 6 7 . . ., ist die 5te Potenz der 2, nämlich 32, der tiefste Ton, den man gebrauchen kann; es ist das tiefste C der Orgel, welcher einer 32*füfsigen offenen* Pfeife zugehört. Der Schwingungszahl 64 entspricht unser Contra-C, oder 16füfsiges; der Schwingungszahl 128 unser grofses C; u. s. w.

Nun sagt Young in der Erzählung seiner Versuche, (wenigstens verstehe ich ihn so, dafs er von selbst gemachten Versuchen spricht,) die 200 Zoll lange Saite habe 8,3 Schwingungen in 1 Secunde gemacht, oder, da er den Newton'schen Sprachgebrauch nach Doppelschwingungen meint, 16,6 einfache, und ein Achtel der Länge habe einen Ton gegeben, der um einen Sechstelton höher als der einer C-Gabel war, und diese Stimmgabel sey daher ein und ein halbes Comma höher als Sauveur's C. Wir wollen dies nachrechnen. Wenn die ganze Saite in dem Versuche 16,6 einfache Schwingungen machte, so machte die halbe Saite

33,2, die Viertelſaite 66,4, die Achtelſaite 132,8. Sauveur's groſses *C* aber macht 128. Wenn nun der Ton der Achtelſaite = 132,8, nach Young um $\frac{1}{6}$ eines ganzen Tons höher, als die Stimmgabel war, ſo findet ſich die Schwingungszahl der letztern ſo:

Das Intervall eines ganzen Tons iſt = 8 : 9,
alſo eines Sechsteltons = 8 : $8\frac{1}{6}$,
mithin $8\frac{1}{6} : 8 = 132,8$: Schwingungszahl der Stimmgabel; letztere alſo = $\frac{8 \cdot 132,8}{8\frac{1}{6}} = 130,08...$

(Aus der Zahl, die Young in ſeiner 28ſten Figur bei viergeſtrichenen *C* ſetzt, nämlich 2076, das iſt, 4152 einfache Schwingungen, würde für groſs *C* folgen $\frac{4152}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2} = 129\frac{3}{4}$ einfache Schwingungen.)

Wir hätten demnach folgende Schwingungszahlen:

der Achtelſaite	132,00
der Stimmgabel	130,08
des Sauveur'ſchen *C*	128,00.

Der Unterſchied der erſten und zweiten = $\frac{1}{6}$ Ton, der Unterſchied der zweiten und dritten ſoll ſeyn = $1\frac{1}{2}$ Comma. Das Wort: Comma, bezeichnet in der Muſik drei bis vier verſchiedene kleine Intervalle. Gemeinhin verſteht man unter Comma $\frac{1}{9}$ eines ganzen Tons; da wären denn die beiden von Young angegebenen Unterſchiede eigentlich einerlei, nämlich $\frac{1}{6}$ eines ganzen Tons = $1\frac{1}{2}$ Comma. Wenn man es genauer nimmt, ſo unterſcheidet man das pythagoriſche *(ditoniſche)*, das *ſyntoniſche* Comma, und das *Diaſchiſma*, deren Gröſsen ſich wie 12; 11; 10 verhalten. Das letztere kleinſte = 2025 : 2048 oder 1 : 1,0113 paſst

am beſten mit obigen Schwingungszahlen. Nämlich $1\frac{1}{2}$ Comma = 0,0113 + 0,0056 ... = 0,0169. Alſo das Intervall von $1\frac{1}{2}$ Comma = 1 : 1,0169. Und wenn wir das Intervall des Sauver'ſchen *C* und der Stimmgabel ſo ausdrucken, daſs Sauveur's *C* = 1 iſt, ſo finden wir

128 : 130,08 = 1 : 1,016,

welches alſo mit anderthalb kleinen Comma überein trifft.

So viel — (und vielleicht *zu* viel) — zur Erläuterung der obigen Stelle.

Was die Methode betrifft, die abſoluten Schwingungszahlen der Töne durch Uebergang von den ſichtbaren und zählbaren zu den bloſs hörbaren zu beſtimmen, ſo ſcheint Chladni zu irren, wenn er in ſeiner vortrefflichen *Akuſtik*, (S. 35, §. 29, Anm.,) ſagt, dieſes Mittel ſey noch nicht angegeben und angewendet worden. Daſs Merſenne und andere, ſo auch Young, dieſe Verſuche anſtellten, ſieht man aus Obigem. Ich erinnere mich, als ich in Leipzig war vor zwanzig Jahren, denſelben Verſuch mit dem ſel. Prof. Funk gemacht zu haben. Chladni findet wegen der drehenden Bewegungen und wegen der Schwingungen der aliquoten Theile, die ſich unter die Hauptſchwingungen miſchen, eine Saite nicht recht brauchbar. Er nimmt ſtatt ihrer Metallſtäbe, 2 Ellen lang, $\frac{1}{2}$ Zoll breit und 1 Linie dick, welche mit dem einen Ende in einen Schraubeſtock geklemmt werden; ſo daſs ſie mit dem andern Ende frei ſchwingen können. Dieſen von ihm ſo genannten *Tonometer* beſchrieb er zuerſt in dieſen *Annalen*, B. V, S. 1 f. *V.*

13. *Schwingungen der Saiten.* *)

Durch ein ſonderbares Verſehen, welches Dr. Taylor bei ſeinem Beweiſe begangen hat, wird

*) Die theoretiſchen Bemerkungen, womit Herr Young dieſen Abſchnitt anfängt, ſetzen voraus, daſs man mit den mathematiſchen Unterſuchungen über die Bewegung ſchwingender Saiten bekannt ſey. Eine lichtvolle Erzählung von den Bemühungen der tiefſinnigſten Mathematiker in dieſer ſchwierigen und ſtreitigen Materie findet man in der *hiſtoriſch-kritiſchen Abhandlung über die verſchiedenen Auflöſungen des Problems von den ſchwingenden Saiten*, von Jakob Bernoulli, in Hindenburg's *Archiv der Mathematik*, Th. 3, S. 266. Folgende Stelle aus ihr wird das Nächſtfolgende verſtändlicher machen: „Der erſte," ſchreibt Herr de la Grange, (in ſeinen *Recherches ſur la nature et la propagation du ſon*, in den *Miſcell. Taurinenſ.*, t. 1, p. 8,) „welcher verſucht hat, die Bewegung der „ſchwingenden Saiten dem Calcul zu unterwerfen, „war der berühmte Taylor, in ſeinem vortreff„lichen Werke: *de Methodo Incrementorum.* Er „ſetzt voraus, die Saite nehme alle Mahl ſolche Ge„ſtalten an, daſs ihre Punkte zu gleicher Zeit zur „geradlinigen Lage gelangen, und daſs die be„ſchleunigende Kraft jedes Punkts der Saite, da„mit dieſes geſchehe, der Entfernung des Punktes „von der Achſe proportional ſeyn müſſe. Stünden „die beſchleunigenden Kräfte der Punkte nicht in „dieſem Verhältniſſe, ſo würde, wie er glaubt be„weiſen zu können, die Saite doch bald eine Figur, „bei der die Kräfte das gedachte Verhältniſs haben,

von ihm und den spätern Schriftstellern, die ihm nachgeschrieben haben, der Satz aufgestellt, dass, wenn eine Saite einmahl in eine andere Form als die der harmonischen Curve gebeugt ist, sie in sehr kurzer Zeit völlig oder beinahe die Form eben dieser Curve annehmen werde, weil die Theile, die ausser dieser Figur sind, durch einen Ueberschuss von Kraft, und die, welche innerhalb derselben liegen, durch einen Abgang von Kraft gegen sie hingetrieben würden. Wenn man dieses Raisonnement wollte gelten lassen, so könnte man leicht daraus beweisen, dass die Form der Curve keine andere, als die

„annehmen müssen. Hiernächst zeigt er, dass die„sem Verhältnisse zu Folge die Figur der Saite „eine Art länglicher oder gestreckter Cykloide „seyn müsse, die er die Gefährtin der Cykloide „nennt, — — Indess, obschon Taylor's angeb„licher Beweis, dass die beschleunigenden Kräfte „mit den Entfernungen von der Achse proportional „seyn, nicht ganz grundlos ist, und vielleicht in „der Folge hätte dienen können, Daniel Ber„noulli's Meinung zu unterstützen, dass alle „Krümmungen der schwingenden Saiten auf eine „Zusammenfügung *(assemblage)* von Trochoiden „hinaus laufen; so ist doch dieser Beweis allzu un„bestimmt *(vague)*, um den Verstand zu befriedi„gen. Daher haben die berühmten Geometer, die „in der Folge dieses Problem behandelten, sich „keinesweges dabei aufgehalten, diesen Beweis zu „würdigen oder zu bestreiten, sondern jeder hat „sich begnügt, sich seinen eigenen Weg zu bahnen, „und ihn zu verfolgen." *d. H.*

der Achſe ſeyn könne, weil die ſpannende Kraft die Saite immer gegen dieſe Linie hintreibt. Der Fall hat viel Aehnlichkeit mit dem im Newton'ſchen Satze von dem Schalle. Es läſst ſich beweiſen, daſs jeder Impuls durch eine geſpannte Saite mit gleichförmiger Geſchwindigkeit fortgepflanzt wird, (*that every impulſe is communicated along a tended chord with an uniform velocity,*) und dieſe Geſchwindigkeit iſt eben die, welche aus Taylor's Theorem herfliesst; ſo wie die Geſchwindigkeit des Tons, durch andere Methoden beſtimmt, mit dem Newton'ſchen Reſultate überein trifft. *) Zwar haben verſchiedene neuere Mathematiker vortreffliche Auflöſungen gegeben, welche

*) Es iſt ſchon ein paar Mahl in dieſen gegenwärtigen, und wenn ich mich recht erinnere, auch ſchon in den in dem vorigen Bande der *Annalen* mitgetheilten Aufſätzen von einer *harmoniſchen Curve* die Rede geweſen. Ein paar Worte zur Erläuterung werden hier am ſchicklichſten ihren Platz finden. Ob der Name: harmoniſche Curve, gut gewählt und allgemein angenommen ſey, wollen wir hier nicht erörtern. Was Young darunter verſteht, iſt die krumme Linie, welche nach Taylor, Daniel Bernoulli und Giordano Riccati eine ſchwingende Saite bilden ſoll. Dieſe Mathematiker finden nämlich, daſs es eine ſehr verlängerte *Cykloide* ſeyn müſſe. Dagegen zeigen aber Euler, La Grange und d'Alembert, daſs ſchwingende Saiten gar viele andere krumme Linien, die nicht Cykloiden ſind, bilden können. Man vergl. Chladni's *Akuſtik*, S. 70, §. 55. V.

alle mögliche Fälle dieſes Problems umfaſſen, doch haben alle angenommen, daſs die Unterſchiede *(the diſtinctions)* zu fein wären, um wirklich beobachtet zu werden, beſonders, (hätte man noch hinzu ſetzen können,) da die Unbiegſamkeit einer Saite, nach der Lehre der elaſtiſchen Stäbe, ſie nöthigen wird, die Form der harmoniſchen Curve anzunehmen.

Euler's und La Grange's Theorem für den Fall, da die Saite anfänglich in Ruhe iſt, beſteht weſentlich in Folgendem: Man verlängere die Figur immer wechſelsweiſe an verſchiedenen Seiten der Achſe und in entgegen geſetzten Lagen, ſodann nehme man von irgend einem Punkte der krummen Linie eine Abſciſſe in dem Verhältniſſe zur Länge der Seite, welches ein gegebener Zeittheil zur Dauer einer halben Schwingung, (d. h., einfachen Schwingung,) hat, ſo wird die halbe Summe der Ordinaten der Entfernung dieſes Punkts der Saite von der Achſe am Ende der gegebenen Zeit gleich ſeyn. *)

*) Zur Vergleichung will ich zu dieſer Stelle, (die eine von den vielen *ſchwerfällig* ausgedruckten dieſes Aufſatzes iſt,) die Parallelſtelle aus Chladni's *Akuſtik* hinzu fügen, weil ich Euler's eigene Schrift nicht zur Hand habe.

„Den Unterſuchungen Euler's zufolge iſt die krumme Linie, welche eine Saite annehmen kann, ganz willkührlich, und hängt bloſs von der erſten Biegung ab, die man der Saite giebt, ſo daſs nicht einmahl ein Zuſammenhang der verſchiedenen Theile dieſer Krümmung nach irgend einem Geſetze der Stetigkeit erfordert wird, und alſo auch

Wenn die *anfängliche Figur der Saite* aus *zwei geraden Linien* zuſammen geſetzt war, wie dies gewöhnlich bei muſikaliſchen Inſtrumenten und bei Verſuchen der Fall iſt, ſo werden dieſem gemäſs die Formen, welche ſie nach der Reihe annimmt, ſo ſeyn, wie ſie die 44ſte und 45ſte Fig. auf Taf. VIII darſtellen; und dieſe Reſultate werden auch vollkommen durch die Erfahrung beſtätigt.

Man nehme eine von den tiefſten Saiten eines Pianoforte, die mit feinem Silberdrahte beſponnen iſt; laſſe das Licht durch eine enge Oeffnung des Fenſterladens darauf fallen, ſo daſs, wenn das Auge in gehöriger Lage gehalten wird, der Lichtſchein ſchmal glänzend und beſtimmt an jeder der Windun-

ſolche krumme Linien Statt finden können, die ſich durch gar keine Gleichung ausdrücken laſſen; daſs aber alle Mahl jeder ſchwingende Theil einerlei Krümmung nach abwechſelnden Richtungen annehme, und man alſo, um eine ſolche krumme Linie zu zeichnen, nichts weiter nöthig habe, als die ganz willkührlich angenommene Krümmung eines ſchwingenden Theils für die benachbarten Theile auf eine ähnliche Art auf der andern Seite der Achſe zu verlängern. La Grange iſt gröſsten Theils Euler's Meinung zugethan. D'Alembert behauptet zwar ebenfalls, daſs auſser den Taylor'ſchen Cykloiden noch andere krumme Linien Statt finden können, läugnet aber, daſs eine Saite auch ſolche Krümmungen annehmen könne, deren Theile nach keinem Geſetze der Stetigkeit zuſammen hängen." *Akuſtik*, §. 55. *V.*

gen des Drahtes erſcheine. Sodann laſſe man die Saite ſchwingen, ſo wird der Lichtpunkt ſeinen Weg bezeichnen, wie eine ſchnell im Kreiſe geſchwungene glühende Kohle, und dem Auge eine Lichtlinie darſtellen, welche durch Hülfe eines Mikroſkops ſehr genau beobachtet werden kann. Nach der verſchiedenen Art nun, wie der Draht in Bewegung geſetzt wird, iſt die Form dieſes Weges nicht minder mannigfaltig und unterhaltend, wie die von Chladni entdeckten Figuren der Knotenlinien ſchwingender Scheiben. Jene Erſcheinung iſt in der That in einer Rückſicht noch intereſſanter, indem ſie mehr für mathematiſche Beſtimmung geeignet zu ſeyn ſcheint; wiewohl bisher, auſser einigen unbedeutenden *) Beobachtungen von Buſſe und Chladni vorzüglich an Stäben, noch nicht hierüber verſucht worden iſt. Für den gegenwärtigen Zweck kann man die Bewegung der Saite dadurch einfacher machen, daſs man an irgend eine Stelle derſelben einen langen feinen Faden bindet, und dieſen in einer auf die Saite ſenkrechten Richtung befeſtigt, ohne ihn jedoch ſo ſtark anzuziehen, daſs die Spannung vermehrt würde. Hierdurch werden die Schwingungen beinahe in eine Ebene begränzt, welches ſonſt nicht leicht geſchieht, wenn die Saite ganz frei ſchwingt. Wenn die Saite nun

*) *fligth observations.* — Meines Erachtens ſind Buſſe'ns Beobachtungen gar nicht unbedeutend, (m. ſ. deſſ. *Beitr. zur Math. u. Phyſ.*;) und Chladni's Beobachtungen eben ſo wenig. *P.*

in der Mitte gebeugt wird, so findet sich, durch Vergleichung mit irgend einem Gegenstande, der ihre Lage bezeichnet, wenn sie in Ruhe ist, dass sie auf jeder Seite der Achse gleiche Excursionen macht, und die Figuren, welche sie einzunehmen scheint, werden von zwei Linien begränzt seyn, die, je weiter nach den Enden hin, desto glänzender sind. Man sehe Figur 46, Taf. IX. Wenn hingegen die Saite nahe an einem ihrer Enden gebeugt wird, wie in Fig. 47, so geht sie nur um eine geringe Weite auf die entgegen gesetzte Seite der Achse, und bildet da eine sehr glänzende Linie; ein Beweis ihres längern Verweilens an dieser Stelle: sie kehrt auf die vorige Seite der Achse beinahe bis dahin, von wo man sie losschnellen liess, zurück, ist aber hier nur schwach sichtbar; ein Beweis ihres kürzern Verweilens. In der Mitte der Saite sind die Excursionen auf beiden Seiten der Achse gleich, und jenseits der Mitte, nach dem andern Ende zu, verhält es sich wie in der Hälfte, wo die Beugung vorgenommen wurde, nur an entgegen gesetzten Seiten der Achse. Diese Erscheinung dauert ohne Veränderung in ihren Verhältnissen, so lange die Saite schwingt: — eine vollkommene Bestätigung der Nichtexistenz der harmonischen Curve, und der Richtigkeit der von Euler und La Grange angegebenen Construction. Da jede Figur unendlich genähert werden kann, wenn man ihre Ordinaten ansieht, als ob sie aus den Ordinaten einer unendlichen Menge von Trochoiden (Cykloiden) ver-

ſchiedener Gröſse beſtünden, ſo läſst ſich, nach Bernoulli's richtiger Bemerkung, beweiſen, daſs alle dieſe conſtituirenden Curven zu ihrem anfänglichen Zuſtande in der nämlichen Zeit zurück kehren, wo eine ähnliche in die Trochoide (Cykloide) gebogene Saite eine einzige Schwingung vollendet, und dies iſt in gewiſſen Hinſichten eine ſchickliche und bequeme Methode, das Problem zu betrachten. *)

Wenn eine Saite ganz frei ſchwingt, ſo bleibt ſie nicht lange in Bewegung ohne eine ſehr augenſcheinliche Abweichung von der Schwingungsebene. Sie geräth nämlich bald in eine den Umſtänden nach mehr oder minder einfache und gleichförmige *drehende* Bewegung; ſey es durch urſprüngliche Schiefe des Stoſses, oder durch Colliſion mit den Luftſchwingungen, oder durch Ungleichheit des Gewichts und der Biegſamkeit, (in ihren verſchiedenen

*) Wieder eine Stelle, wo die Ueberſetzung ſich durch das Original rechtfertigen muſs. *At the ſame time, as Mr. Bernoulli has juſtly obſerved, ſince every figure may be infinitely approximated, by conſidering its ordinates as compoſed of the ordinates of an infinite number of trochoids of different magnitudes, it may be demonſtrated, that all theſe conſtituent curves would revert to their initial ſtate in the ſame time, that a ſimilar chord, bent into a trochoidal curve, would perform a ſingle vibration; and this is in ſome reſpects a convenient and compendious method of conſidering the problem.* V.

nen Theilen,) oder durch den unmittelbaren Widerſtand der ſie berührenden Lufttheilchen. Einige Beiſpiele von Figuren, welche die Saiten bilden, ſind in Fig. 48 auf Taf. IX dargeſtellt. In der Mitte der Saite hat ihre Bahn immer zwei gleiche Hälften, aber ſelten in irgend einem andern Punkte. Die krummen Linien, Fig. 49, entſtehen durch Combinirung verſchiedener kreisförmiger Bewegungen, welche in aliquoten Theilen der urſprünglichen Bahn beſchrieben, angenommen werden, und einige von ihnen kommen den wirklich beobachteten Figuren ſehr nahe. *) Wenn die Saite von ungleicher Dicke iſt, oder wenn ſie locker geſpannt und gewaltſam gebogen wird, ſo haben die Apſiden und Wendungspunkte der Bahn eine ſehr deutliche drehende Bewegung. Die zuſammen geſetzten Rotationen ſcheinen dem Auge das Daſeyn von Nebenſchwingungen zu beweiſen, und es möchten ſich daraus die hohen harmoniſchen Töne erklären laſſen, welche den Hauptton begleiten. **)

*) *The curves of Fig. 49 are deſcribed by combining together various circular motions, ſuppoſed to be performed in aliquot parts of the primitive orbit, etc.* Eine ſolche Combinirung von *ſupponirten* Bewegungen ſcheint mir ziemlich willkührlich. *V.*

**) Ein intereſſanter Aufſatz über dieſe berühmten Nebentöne findet ſich in Buſſe's *Beiträgen zur Mathematik und Phyſik*, St. X, S. 131—139, unter der Ueberſchrift: *Ueber die Harmonie im reinſten Klange.* *V.*

Ein Umſtand, dieſe Nebentöne betreffend, ſcheint der Beobachtung gänzlich entgangen zu ſeyn. Wenn die Saite an der Hälfte, dem Drittel, oder einem andern aliquoten Theile ihrer Länge gebogen und dann plötzlich losgelaſſen wird, ſo iſt der harmoniſche Ton, welcher der Theilung der Saite in dem angegriffenen Punkte angemeſſen wäre, gar nicht zu hören, ſo lange der Ton dauert. Dies beweiſet, daſs die Nebentöne nicht von irgend einer Colliſion der Luftſchwingungen, noch auch von einer ſympathetiſchen Bewegung der Gehörnerven, noch von der Wirkung eines zurück geworfenen Schalles auf die Saite, ſondern bloſs von ihrer anfänglichen Figur und Bewegung herrühren. *)

Wenn man annimmt, daſs die in geraden Linien gebogene Saite nothwendig in eine Menge von Nebenvibrationen übergehe, *(reſolved itſelf neceſſarily into a number of ſecondary vibrations,)* und zwar gewiſſen krummen Linien gemäſs, welche gehörig combinirt der gegebenen Figur ſich näherten; ſo würde dieſe Vorausſetzung in der That in gewiſſen Rückſichten mit dem erzählten Phänomene überein ſtimmen, da die Coefficienten aller dieſer angenommenen Curven endlich an dem Biegungswinkel verſchwinden würden. Aber wir mögen nun die conſtituirenden Curven einer ſolchen Figur, die verſchiedenen Abtheilungen der Schwingungen hindurch, zeichnen, oder wir mögen die kürzere Eu-

*) Recht deutlich iſt mir dieſe Stelle nicht. *V.*

ler'ſche Methode zu dieſem Ende befolgen, ſo ſind immer die aus dieſer Reihe von Schwingungen entſtehenden Figuren ſo ſimpel, daſs es unbegreiflich ſcheint, wie das Ohr die zuſammen geſetzte Idee von einer Menge heterogener Schwingungen von einer Bewegung der Lufttheilchen hernehmen ſollte, welche ungemein regelmäſsig und faſt gleichförmig ſeyn muſs; eine Gleichförmigkeit, die unter gehöriger Vorſicht durch Anwendung eines ſtarken Vergröſserungsglaſes nicht widerlegt wird. Dieſe Schwierigkeit ſteht Euler'n ſehr entgegen; La Grange argwöhnt ſelbſt irgend einen Irrthum in dem Verſuche, und meint, ein muſikaliſches Ohr urtheile nach vorher gegangenen Ideenverbindungen. Aber auſserdem, daſs dieſe Töne auch von einem Ohre vernommen werden, welches von ſolchen Aſſociationen frei iſt, und wenn der Ton von zwei unrein uniſonen Saiten herrührt, durch Zählung der Schläge beſtätigt werden können; ſo iſt das ſchon erzählte Experiment ein unläugbarer Beweis, daſs keine Täuſchung dieſer Art im Spiele ſey. Es iſt nicht zu läugnen, daſs noch nichts völlig Befriedigendes zur Erklärung dieſer Phänomene bekannt iſt, aber es iſt höchſt wahrſcheinlich, daſs die geringe Vermehrung der Spannung bei der Beugung, welche nicht in Rechnung gebracht wird, und die unvermeidliche Ungleichheit der Dicke und Biegſamkeit einer und eben derſelben Saite in ihren verſchiedenen Theilen, indem ſie die Gleichzeitigkeit der untergeordneten Schwingungen ſtören, alle

jene Verſchiedenheit von Tönen verurſachen, welche aufserdem ſo unerklärlich iſt. Denn wenn die geringſte Verſchiedenheit in die Perioden kömmt, ſo iſt es nicht ſchwer, zu begreifen, wie die Töne unterſchieden werden; und in der That, in einigen Fällen wird ein ſcharfes Ohr eine geringe Unvollkommenheit in dem Klange der harmoniſchen Töne entdecken; auch bemerkt man oft bei einem Inſtrumente, daſs einige der Saiten pulſirende Töne geben, welche ohne Zweifel von dem Mangel an völliger Gleichförmigkeit der Saite herrühren.

Man kann wahrnehmen, daſs jeder beſondere harmoniſche Ton am lauteſten iſt, wenn die Saite ungefähr auf ein Drittel des dem Tone entſprechenden aliquoten Theils, von einem Ende dieſes Theils an gerechnet, gebeugt wird. Eine Beobachtung von D. Wallis ſcheint den ſpätern Schriftſtellern über harmoniſche Töne entgangen zu ſeyn. Wenn eine Violinſaite in der Mitte oder in einem andern aliquoten Theile angeſtrichen wird, ſo giebt ſie entweder gar keinen, oder einen ſehr dumpfen Ton. Dies rührt gewiſs nicht von der Beugung, ſondern von der durch den Bogen mitgetheilten Bewegung her, und läſst ſich aus dem Umſtande der ſucceſſiven Stöſse erklären, die von den feſten Punkten an jedem Ende reflectirt werden, und ſich einander zerſtören; eine Erklärung, welche einigen Beobachtungen des D. Matthew Young über die Bewegung der Saiten beinahe analog iſt. Wenn der Bogen nicht genau in dem aliquoten Punkte, ſondern nahe dar-

an angeſetzt wird, ſo iſt der entſprechende harmoniſche Ton auſserordentlich laut, und der Hauptton, zumahl in den tiefſten Tönen, kaum hörbar. Die Saite bildet in den aliquoten Stellen ſo viele helle Linien, als der Zahl des harmoniſchen Tons zukommen, die einander um deſto näher ſind, je näher an dem Punkte der Bogen angeſetzt iſt. Man ſehe Fig. 50, Taf. IX. Nach den verſchiedenen Arten, den Bogen anzuſetzen, findet eine erſtaunliche Mannigfaltigkeit *(immenſe variety)* in der Geſtalt der Bahn der Saite Statt, wie Figur 51 zeigt; — mehr als genug, um alle die Verſchiedenheit des Tons zu erklären, welche verſchiedene Violinſpieler aus ihrem Inſtrumente ziehen.

Bei Beobachtungen dieſer Art hört man oft eine Reihe von harmoniſchen Tönen, indem der Bogen quer über den nämlichen Theil der Saite hingeführt wird: dieſe werden von dem Bogen verurſacht. Sie ſind übrigens nicht der ganzen Länge des Bogens proportional, ſondern richten ſich nach der Fähigkeit des zwiſchen der Saite und dem Ende des Bogens befindlichen Theils der Stränge, ſeine Schwingungen in ſolchen Zeittheilen zu machen, welche aliquote Theile der Saitenſchwingung ſind. Es ſcheint daher, daſs der Bogen nur in einem Augenblicke während jeder Hauptſchwingung auf die Saite wirkt. Der Bogen war bei dieſen Verſuchen mit der zweiten Seite von einer Violinſaite bezogen; und bei dem vorläufigen Beſtreichen mit Colopho-

nium wurden bisweilen die von Chladni bemerkten Longitudinaltöne gehört, aber man beobachtete, dafs ſie in verſchiedenen Stellen der Stränge wenigſtens um einen Ton differirten. *)

*) Ich bin es müde geworden, bei allen dunkeln und unverſtändlichen Stellen meine erläuternden Anmerkungen oder Young's Originalſtellen unterzuſetzen, und habe mich deſſen um ſo mehr enthalten, da die Leſer es ohne Zweifel auch müde werden müſſen. Jene und dieſe würden zu einem Buche anwachſen. Mein würdiger Freund, der Hr. Herausgeber dieſer *Annalen*, übertrug mir die Bearbeitung dieſes, — im Ganzen allerdings intereſſanten Aufſatzes, weil er mir genug Kenntniſs der Sprache und der Muſik zutraute; aber in der That, wer dieſen Aufſatz ganz, in allen Stellen verſteht, — *erit mihi magnus Apollo!* Young's Verdienſte in Ehren; aber es iſt mir zuweilen ſo vorgekommen, als ob er nicht überall ſich ſelbſt recht ins Deutliche verſetzt habe, z. B. in der vorletzten Periode: *hence it would ſeem, that the bow takes effect on the chord but at one inſtant, during each fundamental vibration.* Was ſoll das heiſsen, und wie ſoll das aus dem Vorhergehenden herfliefsen? Ich wenigſtens finde keinen Zuſammenhang darin. — Ich habe oben ein Wort gebraucht, das mir am beſten für den Bezug des Bogens im allgemeinen zu paſſen ſchien, nämlich: *Stränge*. Gewöhnlich beſteht die Stränge, wie bekannt, aus Pferdehaar. Young brauchte zu ſeinen Verſuchen eine Violinſaite. Ob das, was er *zweite* Violinſaite nennt, die *a*- oder die *d*-Saite iſt, weiſs ich nicht. *V.*

14. *Schwingungen der Stäbe und Platten.*

Mit Zuziehung eines sehr geschickten praktischen Tonkünstlers wurden einige Versuche über die Töne einer Glasröhre, eines Eisenstabes, eines hölzernen Lineals angestellt. Wenn die Röhre möglichst frei war, so wurden alle harmonische Töne, die den Zahlen 1 bis 13 entsprechen, deutlich ge-

[Hier noch Young's Erklärung der Figuren, welche zu diesem Abschnitte gehören: Fig. 44, 45, Taf. VIII, zeigen die auf einander folgenden Gestalten einer gespannten Saite, wenn man sie biegt und losläßt, der Construction der Herren de la Grange und Euler entsprechend. — Fig. 46, Taf. IX, zeigt, wie eine schwingende Saite erscheint, welche man in der Mitte angezogen hat; die dicksten Striche bezeichnen die hellesten Theile *(the most luminous parts)*. — Fig. 47 zeigt diese Erscheinungen in einer Saite, die man an irgend einem andern Punkte als dem in der Mitte gebogen hat. — Fig. 48 zeigt verschiedene Gestalten der Bahn, welche ein Punkt einer Saite, wenn sie gebogen und geschlagen wird, beschreibt, *(when inflected, and when struck.)* — In Fig. 49 sieht man epitrochoidalische Curven, welche durch Combinirung einer einfachen Rotation oder Schwingung mit andern subordinirten Rotationen oder Schwingungen entstehn. — Fig. 50 zeigt die Erscheinung einer Saite, wenn sie durch Streichen mit einem Bogen, den man nahe bei einem Drittel ihrer Länge ansetzt, zum Tönen gebracht wird. — In Fig. 51 sieht man endlich die Bahnen, welche ein Punkt einer solchen mit dem Bogen zum Tönen gebrachten Saite beschreibt." *d. H.*]

hört, verſchiedene von ihnen zugleich, und andere durch verſchiedene Arten des Anſchlagens. Dieſes Reſultat ſcheint von Euler's und Riccati's Berechnungen, wiewohl dieſe durch Chladni's wiederhohlte Verſuche beſtätigt ſind, abzuweichen. Ich führe es daher nicht als eine hinlängliche Widerlegung dieſer Rechnungen an, ſondern nur, um zu zeigen, daſs eine Reviſion der Verſuche nöthig ſeyn dürfte. Wenn ein Stab an einem Ende locker gehalten wurde, ſo hörte man kaum einen Ton; auch nicht, wenn er in der Mitte gehalten und auf ein Siebentel der Länge angeſchlagen wurde. Chladni's ſinnreiche Methode, die Schwingungen der Platten durch aufgeſtreuten Sand zu beobachten, und durch die Figuren, welche dieſer Sand bildet, die Knotenlinien zu entdecken, iſt bis jetzt in unſerer Gegend wenig bekannt geweſen. *) Seine Abhandlung über dieſes Phänomen iſt ſo vollſtändig, daſs keine weitern Verſuche dieſer Art für nöthig gehalten wurden. Gläſerne Gefäſse verſchiedener Art, durch Anſchlagen oder Reiben zum Tönen gebracht, gaben faſt gar keine harmoniſchen Töne; eine Beobachtung, die mit Chladni's Verſuchen überein ſtimmt. **)

*) Schlecht genug! V.

**) Ein ſehr magerer Abſchnitt in Young's Aufſatze, woran die Leſer nicht viel verloren hätten, wenn ich ihn ganz überſchlagen hätte, — und undeutlich obendrein. Wo von den Tönen der Glasröhre nach den Zahlen 1 bis 13 geredet wird, hätte doch die

15. *Die menſchliche Stimme.*

Die menſchliche Stimme, welche eigentlich urſprünglich der Gegenſtand dieſer Unterſuchungen war, iſt ein ſo zuſammen geſetztes und noch ſo unvollkommen verſtandenes Phänomen, daſs es hier nur oberflächlich betrachtet werden kann. Vor und nach Dodart hat niemand etwas ſonderlich Wichtiges über die Bildung der menſchlichen Stimme bekannt gemacht, wenn wir nicht etwa Férrein ausnehmen wollen. Dieſer zeigte die Aehnlichkeit derſelben mit den Orgelregiſtern *vox humana* und *Regal;* aber ſeine Vergleichung mit der

Art der Hervorbringung angegeben werden ſollen. Wir erfahren weder die Länge der Glasröhre, noch ob ſie geſchlagen, geſtrichen, geblaſen, noch wie ſie gehalten oder befeſtigt wurde. Ich habe zwar oben *Anſchlagen* geſetzt, allein Dank ſey es der Vieldeutigkeit des Worts: *Blow*, man kann eben ſo gut Anſtreichen und Anblaſen ſetzen. Was übrigens die den Zahlen 1 bis 13 entſprechenden Töne betrifft, ſo ſind es folgende, wenn man die zu 1 gehörigen *C* nennt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C	*c*	*g*	*c*	*e*	*g*	*b*—	*c*	*d*	*e*	*f*+	*g*	*a*—

Die Zeichen, die den unter 7, 11, 13, ſtehenden Tonbuchſtaben angehängt ſind, bedeuten, daſs der Ton, dem die Schwingungszahl 7 zukömmt, etwas niedriger als unſre kleine Septime *b* iſt; letztere nämlich iſt $7\frac{1}{9}$; hingegen 11 etwas höher als die Quart $= 10\frac{2}{3}$; wiederum 13 etwas tiefer als die Sexte $= 13\frac{1}{3}$. *V.*

Pfeife, und ſeine Erklärung der Falſettöne ſind eben nicht ſonderlich gerathen.

Eine Art von Experimentalunterſuchung unſrer Stimme könnte etwa folgender Maſsen angeſtellt werden. Wenn man Athem einzieht und zugleich den *Luftröhrenkopf (larynx)* gehörig zuſammen zieht, ſo gerathen die Querbänder, welche die *Stimmritze (glottis)* bilden, in eine langſame Erzitterung, und verurſachen ein vernehmbares *Klicken (cliking ſound).* *) Wenn die Spannung der Querbänder und die Geſchwindigkeit des Einathmens wächſt, ſo verſchwindet dieſer Schall, und wird zum ſtetigen Tone, aber ſehr tief; ein gutes Ohr ſchätzt ihn ungefähr zwei Octaven unter dem tiefſten *A* einer gewöhnlichen Baſsſtimme, ſo daſs ihm alſo etwa 26 Schwingungen in einer Secunde zukämen. Dieſen Ton kann man beinahe bis zu der gewöhnlichen Höhe der Stimme hinauf treiben, aber er iſt niemahls rein und klar, ausgenommen vielleicht bei Bauchrednern. Wenn man den Ton höher hinauf treiben will, ſo entſteht der *eingezogene Falſetton*, der einer groſsen Höhe fähig iſt, und, wie es ſcheint, dadurch hervor gebracht wird, daſs die oberſte Oeffnung des *Luftröhrenkopfes (larnyx)*, welche von den obern Theilen der *gieſs-*

*) So ein Wort macht ſich verſtändlich, wenn es auch nicht gäng und gebe iſt. Die plattdeutſche und engliſche Sprache ſind reich an Wörtern, die Schälle mahlen. *V.*

kanneförmigen Knorpel (cartilagines arytenoideae) und dem *Kehldeckel (epiglottis)* gebildet wird, die Stelle der *Stimmritze (glottis)* vertritt. *)

*) Ich muſs hier die Geduld der Leſer wieder für ein paar Zeilen in Anſpruch nehmen. Was Young oben von dem anfänglichen *Klicken* der Membranen der Stimmritze, und dem nachher erfolgenden ſehr tiefen Tone ſagt, iſt mir, die Wahrheit zu ſagen, noch nicht gelungen, durch Verſuche mit meinen eignen Stimmorganen beſtätigt zu finden. Ich will ihm aber nicht widerſprechen. Vielleicht kömmt es daher, daſs ich nicht Baſſiſt, ſondern Teneriſt bin. Jetzt mag ich zwar meine Kehle nicht deshalb ſtrapaziren; aber als ich vor ein paar Jahren für meinen phyſikaliſchen Kinderfreund einen Aufſatz über *Bauchredner* ſchrieb, gab ich mir einige Mühe, ſelbſt dieſe ſonderbare Kunſt zu lernen, und machte viele Verſuche mit eingezogenen Tönen. (Eingezogene oder einwärts gehende Töne nenne ich die, welche man *ein*athmend hervor bringt, da die gewöhnlichen durch Ausathmen gebildet werden.) Immer aber werden ſie bei mir ſogleich *eingezogenes Falſet;* auch beim *ſchwächſten* Einathmen, und nicht vorher ein bloſes Klicken oder tiefer Ton. Young ſagt, die Tiefe dieſes Tons betrüge ungefähr zwei Octaven unter dem tiefſten *A* einer gewöhnlichen Baſsſtimme, ſo daſs ihm etwa 26 Schwingungen in 1 Sec. zukämen. Ohne Zweifel meint er das bei uns ſo genannte *groſse A*; denn bis Contra-*A* reicht ſchwerlich eine menſchliche Baſsſtimme, wenigſtens keine gewöhnliche. (Der treffliche Baſſiſt Fiſcher konnte, wenn ich nicht irre, in die Contra-Octav bis *A* hin-

Eben darin liegt vermuthlich auch der Unterſchied zwiſchen der natürlichen Stimme und dem gewöhnlichen Falſet. Die Stimmritze iſt zu lang, um für ſo hohe Töne eine hinlänglich groſse Spannung zuzulaſſen; die obere Oeffnung des Luftröhrenkopfes vertritt alsdann ihre Stelle. Daher kann irgend ein in dem Umfange der Menſchenſtimme liegender Ton mit derſelben Stärke zwei bis drei Mahl länger im Falſet ausgehalten werden, als in natürlicher Stimme; daher ferner die Schwierigkeit, unvermerkt aus der gewöhnlichen Stimme ins Falſet überzugehen, und umgekehrt.

Man hat bemerkt, daſs der Luftröhrenkopf immer in die Höhe ſteigt, wenn der hervor zu bringende Ton hoch iſt; aber dieſe Erhebung iſt nur bei ſchnellen Uebergängen, wie beim Triller, nöthig; und da geſchieht es vermuthlich deſshalb, weil bei der Zuſammenziehung der Luftröhre ein zu-

ab ſteigen, aber ſolche Stimmen ſind Ausnahmen.) Wenn denn mit unſerm groſsen *C* 128 Schwingungen, (nach unſrer Art zu reden, einfache nämlich,) zuſammen gehören, ſo kömmt für das eben erwähnte *groſse A*, als das tiefſte *A* der gewöhnlichen Baſsſtimme, 208 nach dem Verhältniſſe 8 : 13, (die der *reinen* Sext 3 : 5 giebt 213⅓.) Für Contra-*A* alſo 104, und für das noch um eine Octav tiefere *A*, welches Young ohne Zweifel meint, 52; welches denn auch mit ſeiner Angabe 26, worunter er Doppelſchwingungen verſteht, überein trifft.

Vieth.

nehmender Druck des Athems auf diese Art schneller als durch die Wirkung der Bauchmuskeln allein hervor gebracht werden kann. *)

Die Zurückwerfung des so hervor gebrachten Tons von den verschiedenen Theilen der Mundhöhle und der Nasenlöcher in verschiedenen Zwischenzeiten mit den Theilen der geradezu von der Larynx herkommenden Schwingungen gemischt, müssen nach der jedesmahligen Form der Theile, bei jeder

*) Ich bemerke hierbei, dass das Aufsteigen des Kehlkopfes nur bei schnellen Uebergängen, wie beim Triller, nöthig sey, mit meiner Erfahrung nicht überein zu stimmen scheint; es erfolgt auch, wenn ich langsam Scale singe. Vollständig ist der Gang, so weit es durch den Finger an den Luftröhrenkopf gelegt, bemerkt werden kann, bei mir folgender: *Ungestrichen c* scheint für meine Stimme der Ton zu seyn, der ihr am natürlichsten ist, wobei die *Larynx* in der Lage bleibt, worin sie in ihrer *stummen Ruhe* war. Wenn ich nun von diesem ungestrichenen *c* an Scale *aufwärts* singe, so steigt bei jedem Tone der Larynx etwas in die Höhe, (wiewohl bei den nahe um *c* liegenden nur sehr wenig.) Dies geht bis *eingestrichen a* und mit Anstrengung bis *zweigestrichen c*, wobei der Kehlkopf immer höher steigt. Die letztern Töne sind schon nicht mehr *Gesangtöne*. *Falset* ist weiter hinauf gar nicht; das findet sich überhaupt mehr bei Basssängern. Beim Scale-Singen von ungestrichen *c* an *niederwärts*, bemerke ich aber *kein Sinken* der Larynx, sondern blos ein *Vortreten* wegen Erweiterung. *V.*

Schwingung die Gesetze der Luftbewegung, oder, nach Euler's Ausdruck, die Gleichung der mit dieser Bewegung correspondirend gedachten Curve verschiedentlich modificiren, und so den verschiedenen Charakter der Selbstlauter und Halblauter hervor bringen.

Der Hauptresonanzboden scheint der knöcherne Gaumen zu seyn; die Nase, ausser in den Nasalbuchstaben, giebt wenig Resonanz, denn man kann die Communication mit der Nase sperren, indem man die Finger an die weiche Stelle des Gaumens drückt, ohne den Ton der Vocale sonderlich zu ändern.

Ein gutes Ohr kann, zumahl in einer starken Basstimme, ausser dem Haupttone, wenigstens vier harmonische Nebentöne nach der Reihe der natürlichen Zahlen bemerken, und zwar um desto deutlicher, je mehr die Stimme den so genannten *Rohrton* hat. *) So schwach sie auch sind, so ist ihre Entstehungsart doch gar nicht leicht zu erklären. In einem Aufsatze von Knecht in der *Leipziger musikalischen Zeitung* finde ich diese Beobachtung vollkommen bestätigt. **) Genaues Aufmerken

*) *the more reedy the tone of the voice.* *Rohrton* ist ein auch bei unsern Musikern bekannter Ausdruck, um den sonoren Ton zu bezeichnen, der den Rohrwerken oder Rohrinstrumenten, wie z. B. dem Fagott, eigenthümlich ist. *V.*

**) Man vergleiche im vorigen Bande dieser Annalen, S. 268, die dort angeführte Bemerkung von

auf die harmoniſchen Nebentöne, die ſich bei der Bildung verſchiedener Arten von Tönen einfinden, wird uns vielleicht in Unterſuchung derſelben weiter bringen.

16. *Temperatur der muſikaliſchen Intervalle.*

Es würde ungemein bequem für den praktiſchen Tonkünſtler, und Streit erſparend für den Theoretiker geweſen ſeyn, wenn das Verhältniſs 4 zu 5 drei Mahl, oder das 5 zu 6 vier Mahl genommen, gerade dem Verhältniſſe 1 zu 2 gleich wäre.*) Da das nun nicht iſt, ſo hat man ſich viel darüber geſtritten, in welche Intervalle man die Unvollkommenheit verlegen müſſe. Die *Ariſtoxener* und *Pythagoräer* waren gewiſſer Maſsen die Anfänger dieſes Streites. Sauveur hat viel umfaſſende Tafeln von einer Menge Temperaturſyſteme gegeben; ſein eignes neues gehört zu den vielen, die man verworfen hat. Smith hat ein dickes dunkles Buch

Sorge und meine Beobachtung an der Stimme eines hieſigen Nachtwächters. *V.*

*) Die groſse Terz 4 : 5 drei Mahl genommen, giebt

$4 : 5 : \frac{25}{4} : \frac{25 \cdot 25}{4 \cdot 4 \cdot 5} = 4 : 5 : 6\frac{1}{4} : 7\frac{13}{16}$

welches etwas weniger als eine reine Octav iſt.

Die kleine Terz 5 : 6 vier Mahl genommen, giebt $5 : 6 : \frac{36}{5} : \frac{36 \cdot 36}{5 \cdot 5 \cdot 6} : \frac{36 \cdot 36 \cdot 36}{25 \cdot 5 \cdot 6}$

das iſt, $5 : 6 : 7\frac{1}{5} : 8\frac{16}{25} : 10\frac{28}{125}$, welches etwas gröſser als eine reine Octav iſt. *V.*

geſchrieben, welches in aller Abſicht, auſser für ein unprakticables Inſtrument, die Sache gerade da läſst, wo er ſie vorfand. *) Kirnberger, Marpurg

*) Dieſe Stelle zog Herrn Young eine Rüge in den Supplementen zur brittiſchen Encyklopädie vom Prof. Robiſon zu, *(because we have great expectations from the future labours of this gentleman in the field of harmonics, and his late work is rich in refined and valuable matter.)* auf die Herr Young in Nicholſon's *Journ.*, Vol. V, p. 160, antwortet. „Ich habe", ſagt er unter andern, „Dr. Smith's Werk mit Aufmerkſamkeit geleſen, die groſsen Erwartungen aber, die ich davon hatte, ſind gänzlich getäuſcht worden. — — Als Mathematiker und Optiker ſchätze ich Dr. Smith höchlich, aber man erlaube mir, nochmahls meine Ueberzeugung zu äuſsern, daſs ſein ganzes Werk über Harmonie weit weniger Unterrichtendes enthält, als jeder der beiden Artikel. *Temperament* und *Trumpet*, in dem Supplement zur *Encyclopädia*. Ich will damit nicht behaupten, das Werk enthalte gar nichts Gutes; nur ſcheint mir das Fehlerhafte zu überwiegen. Das Einzige ſelbſt, worauf Prof. Robiſon einen groſsen Werth zu legen ſcheint, iſt die Anwendung der Phänomene der *Schläge* oder Pulſe auf das Stimmen eines Inſtruments, — aber ſchon Sauveur lehrt eine Orgelpfeife vermittelſt der Geſchwindigkeit ihrer Schläge beim Zuſammentönen mit andern ſtimmen. (*Mém. de l'Acad.*, 1701, p. 475, Ed. Amſt.) Dr. Smith erweitert dieſe Methode ſcharfſinnig genug; das lag aber ſehr nahe, und verdient weder den Namen

purg, und andere deutſche Schriftſteller haben mit Bitterkeit, beinahe jeder für eine andere Art, zu ſtimmen, geſtritten. Ohne Vertrauen auf guten Erfolg habe ich einen neuen Verſuch gewagt, der ſeinen Anſpruch auf Vorzug, hauptſächlich auf Aehnlichkeit ſeiner Theorie mit der wirklichen Ausübung der beſten Inſtrumentenmacher gründet.

Wie wir auch den Grad der Unvollkommenheit zweier conſonirender Töne von einerlei Art ſchätzen, ſo finden wir doch, daſs die Art, die Temperatur zwiſchen ihnen einzutheilen, die Conſonanz im Ganzen nicht weſentlich ändert. *) Zum Beiſpiel: die Unvollkommenheit von einem Comma in einer groſsen Terz verurſacht Pulſus, die ſehr nahe zwei Mahl ſo ſchnell ſind, als wenn die Unreinheit ein halbes Comma beiträgt. Freilich, wenn die Unreinheit *ſehr groſs* iſt, ſo kann das In-

men einer Entdeckung noch den einer Theorie. Daſs eine Orgel ſich durch das Zählen der Schläge genauer ſtimmen läſst, als auf jede andere Weiſe, leidet keinen Zweifel; doch iſt es die Frage, ob dieſer Vortheil das Langweilige des Zählens aufwiegen dürfte. Daſs das vom Dr. Smith für ſein *changeable harpſichord* in Vorſchlag gebrachte Syſtem weder in dieſer noch in irgend einer andern Form von praktiſcher Anwendbarkeit ſey, das ſetzt Herr Young an der angeführten Stelle noch weiter als hier aus einander. *d. H.*

*) *that the manner of dividing the temperament between them, does not materially alter its aggregate ſum.*

tervall ſo weſentlich dadurch afficirt werden, daſs es ſeinen Charakter verliert. So kömmt bei einigen Temperaturen eine um zwei Comma verminderte kleine Terz dem Verhältniſſe 6 : 7 näher als dem 5 : 6. Aber mit dieſer Einſchränkung iſt die Summe der Harmonie in allen Syſtemen ziemlich gleich. Wenn daher jede von den zwölf groſsen oder kleinen Terzen gleich oft in einer auf einem Inſtrumente auszuführenden Compoſition vorkömmt, ſo wird es nicht viel auf ſich haben, auf welche dieſer Terzen die Unvollkommenheiten vertheilt ſind, und gerade geht die Meinung der beſten praktiſchen Schriftſteller dahin, daſs die Verſchiedenheit des Charakters, welche durch dieſe Ungleichheit der Verhältniſſe in die verſchiedenen Tonarten kömmt, einen weſentlichen Vortheil für den allgemeinen Effekt der Modulation gewährt. Wenn man aber nimmt, daſs, im Durchſchnitt genommen, in allen jemahls componirten Sachen gewiſſe Tonarten wenigſtens zwei Mahl ſo oft vorkommen, als andere, ſo ſcheint dies allerdings ein ſtarker Bewegungsgrund zu ſeyn, die Harmonie in den gebräuchlichſten Tonarten am reinſten zu erhalten. Dadurch werden dann die Unvollkommenheiten, die im Spielen vorkommen können, möglichſt vermindert, und doch auch zugleich die Verſchiedenheiten des Charakters der Tonarten beibehalten.

Auch iſt wirklich in Praxi dieſe Methode, wiewohl unter mancherlei Modificationen, faſt allgemein angenommen. Es haben zwar Manche eine

gleich ſchwebende. Temperatur einführen wollen, aber die Methoden, welche ſie dazu anwendeten, waren augenſcheinlich fehlerhaft. *) Mir ſcheint es, daſs allen Forderungen Genüge geſchehen könne, wenn man die groſse Terz *c* : *e* um ein Viertelcomma erhöht, wodurch auch das ſchärfſte Ohr nicht beleidigt wird, ſodann *e* : *gis* und *as* : *c* gleich macht; *fis* : *ais* um ein ganzes Comma erhöhet, und die groſsen Terzen aller zwiſchen liegenden Töne mehr oder weniger rein ſtimmt, je nachdem ſie mehr oder weniger in der Modulation mit der Tonart *c* verwandt ſind. **) Die Quinten ſind in jedem Syſteme rein genug. (?) Die Reſultate dieſer Methode zeigt folgende Tafel. ***)

*) Das dächte ich eben nicht. Daſs die gleich ſchwebende oder mathematiſche Temperatur ſelbſt nicht praktiſch rathſam ſey, (theils weil die Verſchiedenheit der Charaktere der Tonarten verloren ginge, theils weil die Stimmung ſchwierig und nur nach dem Monochord auszuführen wäre,) iſt zwar auch meine Meinung; aber daſs die *Methoden*, ſie zu erhalten, *evidently defective* wären, iſt mir *nicht evident*. *V.*

**) Ob dieſe Angabe der Stimmung deutlich und beifallswürdig gefunden werde, überlaſſe ich den Muſikern. *V.*

***) Hier einiges zur Erläuterung dieſer Tabelle. Was wir *h* in der Tonleiter nennen, nennt Young *b*, und was wir *b* nennen, nennt er *bb*. Vermuthlich iſt das in England ſo Sitte. Ich geſtehe, daſs ſie mir völlig conſequent und eher nach-

Theile des Monochords.		Logarithmen der Temperatur der grofsen Terzen.		Logarithmen der Temperatur der kleinen Terzen.		Logarithmen der Temperatur der Quinten.	
			+		−		−
c	50000	c	0,0013487	a; e	0,0023603	e^b; $g\sharp$	0,0000000
h	53224	g; f	0,0019006	d; h	0,0029122	$c\sharp$; $f\sharp$	desgl.
b	56131	d; b	0,0024625	g; $f\sharp$	0,0034641	f; b	0,0004597
a	59676	a; e^b	0,0034641	c; $c\sharp$	0,0044756	e; h	desgl.
$g\sharp$	63148	e; a^b	0,0044756	f; $g\sharp$	0,0049353	c; g	0,0010116
g	66822	h; $c\sharp$	0,0049353	b; e^b	0,0053950	d; a	desgl.
$f\sharp$	71041	$f\sharp$	0,0053950				
f	74921						
e	79752						
e^b	84197						
d	89304						
$c\sharp$	94723						
c	100000						

ahmungswerth ſcheint, als manche andere engliſche Sitte; indeſſen habe ich mich nicht berufen gefühlt, die bei uns gewöhnliche Bezeichnungsart zu verlaſſen. — Was die Conſtruction der obigen Tafel, und zwar insbeſondere die Logarithmen betrifft, ſo wird es vielleicht für manchen Leſer nicht überflüſſig ſeyn, ein paar Beiſpiele zur Erläuterung herzuſetzen, wobei ſich zugleich einiger unbedeutender Unterſchied in meiner Rechnung und Young's Zahlen finden wird, wovon ich mir weiter nicht die Mühe geben mag, die Urſache aufzuſuchen.

Alſo, man nehme z. B. in der zweiten Columne den Log. 0,0013487, welcher bei c ſteht. Dieſer iſt ſo entſtanden: Nach Young's Temperatur findet man in der erſten Columne für die groſse Terz c : e die Saitenlängen 100000 : 79752. Aber der

In Praxi wird ungefähr der nämliche Effekt auf eine ganz leichte Art erhalten, wenn man von c aus sechs reine Quarten

$$c : f : h : e^{b} : g\sharp : c\sharp : f\sharp$$

und sechs gleichmäfsig unreine Quinten

$$c : g : d : a : e : h : f\sharp$$

reinen grofsen Terz gehören die Saitenlängen 5 : 4, das ist = 100000 : 80000. Alfo, Young's grofse Terz ist etwas zu hoch. Die Schwingungszahlen, (die umgekehrten Saitenlängen,) verhalten sich nämlich so:

Reine grofse Terz : Young's grofser Terz = 79752 : 80000.

Alfo, Young's grofse Terz = $\frac{80000}{79752}$ der reinen grofsen Terz.

Nun ist log. 80000 = 4,9030900
log. 79752 = 4,9017416

log. der Temperatur hier = 0,0013484
Young hat = 0,0013487

Ein zweites Beifpiel ebenfalls aus der Columne für die grofsen Terzen. Nach Young's Temperatur ist Saitenlänge

$c\sharp : f$ = 94723 : 74921

Rein sollte sie seyn = 5 : 4
= 94723 : 75778

Alfo bei $c\sharp$ ist das Verhältnifs von

Reiner grofser Terz : Young's grofser Terz = 74921 : 75778

oder Young's grofse Terz = $\frac{75778}{74921}$ der reinen Terz.

Nun ist log. 75778 = 4,8795431
log. 74921 = 4,8746036

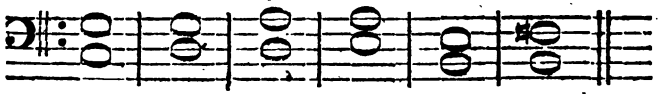
log. der Temper. = 0,0049395

Young hat bei $c\sharp$ (und h) = 0,0049353.

ſtimmt.

Rein

Unrein



Wenn man die unvermeidlichen Unvollkommenheiten der Quarten ſo nimmt, daſs dieſe Intervalle etwas erhöht werden, ſo wird die Temperatur ſich dem *Gleichſchweben* mehr nähern, welches beſſer iſt, als eine entgegen geſetzte Unreinheit.

Eine bequeme Art, verſchiedene Syſteme von Temperatur mit einander zu vergleichen, zeigt Fig.

Noch zum Schluſſe ein Beiſpiel aus den kleinen Terzen. In Young's Temperatur iſt Saitenlänge $e : g = 79752 : 66822$

Reine kleine Terz $= 6 : 5$

$= 79752 : 66460$

Alſo Young's kleine Terz $= \frac{66460}{66822}$ der reinen kleinen Terz.

Nun iſt log. 66460 = 4,8225603

log. 66822 = 4,8249125

0,9976478 — 1

oder — 0,0023522

Young hat — 0,0023603.

Die Verſchiedenheit in den letzten Stellen wird vermuthlich daher rühren, daſs er mit kleinern Logarithmentafeln gerechnet hat, V.

52, Taf. IX, welche man leicht für alle jemahls erſonnene Syſteme erweitern kann. Der ganze Umkreis ſtellt eine Octav dar. Die verſchiedenen concentriſchen Kreiſe ſind oben nach der Ordnung vom innerſten bis zum äuſserſten mit den Buchſtaben *L*; *R*; *Q*; *Y*; *P*; *K*; *M*; *S* bezeichnet. Der innerſte Zirkel iſt in 301030 Theile getheilt, (Log. 2, d. h., Log. der Octav, = 0,3010300.) Der nächſte Kreis *R* zeigt die Gröſse der einfachſten muſikaliſchen und ſonſtigen Verhältniſſe. *Q* iſt in 12 gleiche Theile getheilt, und ſtellt die 12 Semitonia nach Zarlino's gleich ſchwebender Temperatur dar, wenig verſchieden von Ariſtoxenus Syſtem und warm vertheidigt von Marpurg und andern. *Y* zeigt das in dieſem Aufſatze als das wünſchenswertheſte vorgetragene und *P* die praktiſche Methode, die ſich dieſem Syſteme ſehr nähert und mit der eilften Methode, die Marpurg anführt, überein kömmt, nur daſs, wenn man bei *C* ſtatt bei *H* anfängt, der Effekt ganz anders wird. *K* iſt Kirnberger's und Sulzer's Syſtem, welches von einer vollkommenen Terz, zehn vollkommenen und zwei gleichmäſsig unvollkommenen Quinten hergeleitet iſt. *M* iſt das Syſtem der Mitteltöne, das *Syſtema participato* der alten italiäniſchen Schriftſteller, welches noch häufig beim Stimmen der Orgeln gebraucht, und von Smith zum gewöhnlichen Gebrauche empfohlen wird. *S* zeigt das Reſultat aller Berechnungen in Smith's Harmonielehre, das Syſtem, welches er für ſein veränderli-

ches Harpſichord vorſchlägt, das aber weder in dieſer noch irgend einer andern Form zum praktiſchen Gebrauche taugt.

So habe ich denn verſucht, in der Erforſchung einiger ſehr dunkler, aber intereſſanter Gegenſtände, wenn auch nur einige Schritte weiter zu thun. So viel ich weiſs, ſind die meiſten dieſer Beobachtungen neu; ſollten ſie indeſſen ſchon von andern gemacht ſeyn, ſo wird doch wenigſtens ihre Wiederhohlung in einer zuſammen hängenden Kette von Schlüſſen zu entſchuldigen ſeyn. Auch bin ich überzeugt, daſs wenigſtens einige der aufgeſtellten Behauptungen unbeſtreitbar die Wahrheit, und mit der Natur gemäſs ſind. Sollten gleichwohl fernere Verſuche dieſe oder jene von mir vorgetragene Meinung widerlegen, ſo werde ich ſie mit eben der Bereitwilligkeit aufgeben, wie ich längſt die Meinung von der Function der Kryſtall-Linſe aufgegeben habe, die ich einmahl mir die Freiheit nahm, der königlichen Societät vorzulegen. *)

Emanuel College,
Cambridge den 18ten Julius 1799.

Thomas Young.

*) Das iſt die Sprache, woran man den ächten philoſophiſchen Naturforſcher erkennt, der nur Wahrheiten ſucht, und nicht auf Meinungen beſteht. Young verdient für ſeine Unterſuchungen Dank; wie viel eigentlich Neues ſie uns gelehrt haben,

Summarische Wiederhohlung der Hauptsachen in dem vorstehenden Aufsatze. *)

1. Schall, in so fern er durch die Luft fortgepflanzt wird, besteht in einer wellenförmigen Bewegung der Lufttheilchen.

2. Ein Luftstrom durch eine cylindrische Röhre mit mäfsiger Gewalt hindurch gepreſst, divergirt desto weniger, je geringer die Geschwindigkeit ist.

3. In einer bestimmten Stelle nimmt die Divergenz plötzlich zu, und der Strom mischt sich mit der umgebenden Luft.

4. Weit entfernt, sich nach allen Richtungen auszubreiten, wird vielmehr die Luft an allen Seiten des Stroms mehr zu demselben hin-, als von ihm weggetrieben.

5. Der durch eine Oeffnung gelassene Schall breitet sich ganz und gar nicht nach allen Richtungen gleichförmig aus, und ist vermuthlich aufser der geraden Linie, nach welcher er urſprünglich fortgetrieben wird, oder nahe bei derselben, sehr schwach.

6. Der Schall nimmt wahrscheinlich im Verhältnisse der Quadrate der Entfernung ab.

wird jeder Leser selbst beurtheilen, ich will daria nicht vorgreifen. *V.*

*) Drei Jahre später geschrieben; gegen einige Aeuſserungen des Prof. Robison in den *Supplements of the Encyclopaedia Britannica*, von denen schon oben S. 384, Anm., die Rede gewesen ist. *d. H.*

7. Aehnliche Luftſtöſse bringen in gehörig menſurirten Orgelpfeifen nahe ähnlichen Ton hervor.

8. Licht iſt wahrſcheinlich Undulation eines elaſtiſchen Mediums; und das aus folgenden ſieben Gründen: *a.* weil es ſich in demſelben Mittel ſtets mit einerlei Geſchwindigkeit bewegt; *b.* weil alle Brechung mit partialer Zurückwerfung verbunden iſt; *c.* weil eine ſolche Vibration nicht nach allen Richtungen gleichmäſsig zu divergiren braucht, und ſie wahrſcheinlich ein wenig nach allen divergirt; *d.* weil das Zerſtreuen in verſchiedenfarbige Strahlen mit dieſer Meinung nicht weniger als mit der gewöhnlichen zu vereinigen iſt, welche dafür bloſs eine Nominalurſache, verſchiedene Verwandtſchaft, angiebt; *e.* weil Brechung und Zurückwerfung nach beiden Vorausſetzungen im allgemeinen gleich erklärbar ſind; *f.* eben ſo Beugung, welche ſich vielmehr noch beſſer nach jener erklären läſst; *g.* weil endlich alle Erſcheinungen von Farben dünner Platten, welche in der gewöhnlichen Hypotheſe völlig unerklärbar ſind, ſich aus jener Annahme auf eine ſehr vollſtändige und einfache Art ableiten laſſen. Die Analogie, welche hier nur oberflächlich berührt iſt, wird wahrſcheinlich bald in mehrerem Detail bekannt gemacht, und auch auf die Farben dicker Platten und auf die farbigen Franzen durch Inflexion ausgedehnt werden, welche nach Newton's eignen Verſuchen einen klar überzeugenden Beweis *für* dieſes Syſtem geben.

9. Die Lufttheilchen können von zwei oder mehr Tönen in Bewegung gesetzt werden; um in diesem Falle die wirkliche zusammen gesetzte Bewegung zu finden, müssen die verschiedenen einzelnen addirt oder subtrahirt werden.

10. Der Combinationston der grosen Terz ist mit einer hörbaren Duodecime begleitet.

11. Ein alle Secunden wiederkehrendes Geräusch, wenn es hörbar wäre, würde einen Ton = *C* geben. *)

12. Eine Saite behält die Form ihrer anfänglichen Schwingung und bildet nicht immer die Cykloide, die man harmonische Curve nennt.

13. Die Schwingung einer freien Saite bleibt selten oder nie in einer Ebene. Ihre drehenden und andere Nebenschwingungen lassen sich durchs Vergröserungsglas wahrnehmen.

14. Wenn eine Saite in einem aliquoten Theilungspunkte gebeugt wird, so wird der Ton, der dieser Theilung entspricht, nicht gehört.

15. Die Menschenstimme ist der *vox humana* unter den Orgelregistern ähnlich. Das Falset wird

*) Nämlich das eigentliche 1024füsige *C* oder *C*.

Siehe Anm. zum 12ten Abschnitte. Wohl uns, dass wir höchstens mit unsern Menschenohren innerhalb der zehn Octaven von 32 bis $\frac{1}{32}$ Fusston begränzt sind! wo wollten wir sonst die ungeheuern 64:128, u. s. w. Fus langen Orgelpfeifen hernehmen und hinstellen! *V.*

vermuthlich durch die obere Oeffnung des Kehlkopfes hervor gebracht.

16. Eine Temperatur von ſtufenweiſe zunehmender Unreinheit *) iſt für die praktiſche Muſik am brauchbarſten.

Bei der Mannigfaltigkeit der hier zuſammen geſtellten Materien, und bei der Unvollkommenheit der Zweige der Mathematik, auf die ſie ſich beziehen, wäre es ein vergebliches Bemühen geweſen, ſie völlig deutlich und umſtändlich aus einander ſetzen zu wollen, *(to attempt a very perſpicuous and detailed diſcuſſion of them.)* Meine Unterſuchungen über dieſe Gegenſtände ſind häufig unterbrochen worden, und dürften ſo bald nicht wieder aufgenommen werden. Aber ſollten ſie auch von keinem weitern Nutzen für irgend jemanden ſeyn, ſo würde ich doch meine Arbeit nicht für verloren halten, da ich mir ſchmeichle, daſs die Folgerungen für die Theorie der Farben, zu denen ſie mich geführt haben, über die intereſſanteſten Theile der Optik ein neues Licht verbreiten, und verbunden mit den wichtigen Entdeckungen Dr. Herſchel's, wahrſcheinlich auch manche Phänomene in der Wärmelehre aufklären werden **)

*) Nämlich wo die Unreinheit zunimmt, je weniger die Tonarten mit *C dur* verwandt ſind. *V.*

**) Man vergl. S. 347, Anm. *d. H.*

II.

Woher rührt das eigenthümliche Getöse des Waſſers, bevor es zum Kochen kömmt?

Unterſucht

von

W. Nicholson. *)

Wenn Waſſer in einem metallenen Gefäſse auf das Feuer geſetzt wird, ſo überziehn ſich die Wände allmählig mit Luftblaſen; dieſe löſen ſich ab, ſteigen auf, und endlich wird die ganze Metallfläche, oder wenigſtens der Boden wieder klar und rein. Gleich darauf hört man ein raſſelndes helles Getöſe, wie von Metall, welches an Stärke zunimmt, bis es zuletzt gerade ſo klingt, als ob man kleine Schrotkörner in das Gefäſs ſchüttete; die Flüſſigkeit bleibt dabei in völliger Ruhe und Durchſichtigkeit. Erſt zuletzt, wenn das Getöſe am ſtärkſten iſt, tritt der Zuſtand des Kochens plötzlich ein; zugleich hört das eigenthümliche Geräuſch, (wofür die Engländer ein eignes Wort: *ſimmering*, haben,) mit einem Mahle auf, und man hört nun, ſo lange das Kochen anhält, nichts weiter, als den ſchwachen und ſanften Schall, den das Wellen des Waſſers hervor bringt.

*) Zuſammen gezogen aus deſſen *Journal*, Vol. XI, p. 216 f. d. H.

Durch dieſen, wie Nicholſon ſagt, äuſserſt genauen und wahren Bericht über das, was vor dem Kochen des Waſſers vorher geht, bewies ihm einer ſeiner phyſikaliſchen Freunde, daſs es nicht das Entweichen von Luftblaſen ſeyn könne, welches dieſes Raſſeln veranlaſst, wie er das gegen ihn behauptet hatte.

Herr Nicholſon kam nun auf *die* Erklärung, (welche wenigſtens der Herausgeber dieſer *Annalen* bisher für die einzige gehalten hat, die man dafür geben könne,) das Raſſeln des Waſſers vorm Kochen rühre von dem Zuſammenfallen der Dampfblaſen her, die ſich am Boden des Gefäſses bilden, und indem ſie in der Flüſſigkeit, die noch nicht bis zum Siedepunkte erhitzt iſt, aufſteigen, faſt augenblicklich wieder condenſirt werden.

Als Beweis hierfür beruft er ſich zuerſt auf den bekannten *Waſſerhammer*, der über der tropfbaren Flüſſigkeit einen beinahe luftleeren Raum enthält, indem der Glasbläſer, während die Flüſſigkeit im ſtärkſten Kochen iſt, die Kugel vor dem Löthrohre zuſchmelzt. Läſst man alles Waſſer in die Kugel laufen, kehrt dann das Inſtrument um und umfaſst die Röhre mit der Hand, ſo reicht die Blutwärme hin, die Röhre mit einem ſo elaſtiſchen Dampfe zu füllen, daſs das Waſſer durch das enge Röhrchen nicht aus der Kugel in die Röhre herab zu flieſsen vermag; vielmehr dringen Dampfblaſen aus der Röhre in die Kugel, und das, wenn die *Hand* warm iſt, in gröſster Schnelligkeit hinter ein-

ander, hinein. Jede dieſer Dampfblaſen verſchwindet aber ſogleich in dem kalten Waſſer, ohne ſich bis zur Oberfläche deſſelben zu erheben, und dabei hört man ebenfalls einen ſcharfen Ton, oder eine Art von Schlag.

Die Anſicht der Sache machte ſeinen Freund geneigt, dieſer Erklärung beizutreten, und völlig beſtimmte dieſen dazu ein Verſuch, den er in einem blanken zinnernen Gefäſse anſtellte. Man hörte darin das Getöſe, konnte aber keine Blaſen gewahr werden.

Folgende Verſuche ſtellte Herr Nicholſon ſpäterhin ſelbſt an, um ſeine Erklärung auſser allem Streite zu ſetzen.

1. In eine kleine gläſerne Retorte, die 2 Zoll im Durchmeſſer hatte, und ſo über einer Weingeiſtlampe angebracht war, daſs der Hals unter einem Winkel von etwa 20° anſtieg, wurde ſo viel Waſſer gegoſſen, daſs es auch den gröſsten Theil des Halſes einnahm. Als das Waſſer allmählig warm wurde, erſchienen die Luftblaſen und machten, daſs die innere Oberfläche trübe *(duſty)* ausſah. Dieſes dauerte ungefähr 3 Minuten. Dann wurde die innere Fläche wieder klar; das Raſſeln fing an, und man ſah Blaſen plötzlich entſtehen und wieder zuſammen fallen, wobei die Retorte ſelbſt bewegt wurde, und die Oberfläche des Waſſers in die Höhe ſprang und wieder herab ſank. *) Die Blaſen

*) Gerade ſo zeigt ſich die Erſcheinung in einem guten Waſſerhammer. d. H.

waren oben ſpitzig und glichen einiger Maſsen kleinen Flammen, welche an verſchiedenen Stellen der Glasfläche plötzlich erſchienen und wieder verſchwanden. Während einer Minute wurden ſie immer gröſser und ſtiegen immer höher, ehe ſie zuſammen fielen, bis ſie zuletzt aus der Flüſſigkeit, ohne condenſirt zu werden, entwichen. Dieſes war der Augenblick des Siedens oder Kochens, und ſogleich hörte auch das Raſſeln auf, und man hörte das Geräuſch des Kochens.

2. Um zu ſehen, ob die Erſcheinung anders ſeyn würde, wenn man die Geſtalt und Menge des kalten Waſſers abändert, nahm Herr Nicholſon eine gläſerne Phiole von 4″ Durchmeſſer, und füllte ſie mit Waſſer, ſo daſs der aufrecht ſtehende cylindriſche Hals 8″ hoch Waſſer enthielt. Der Boden der Phiole war ziemlich dick. Die Lampe wurde angeſteckt um 3 Uhr 50 Minuten; um 40′ ſtiegen einzelne Gasblaſen auf, und es zeigte ſich ſehr weniges von dem trüben Ausſehen; um 58′ fing das Raſſeln an, und man ſah deutlich eine Menge zuſammen fallender Blaſen; von einigen Punkten ſtiegen kleine Fontainen oder Ströme von Dampf auf und wurden condenſirt, und von dem Boden erhoben ſich klare Blaſen von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, die in der Flüſſigkeit darüber zuſammen fielen; endlich um 61′ erreichten die Dampfblaſen die Oberfläche der Flüſſigkeit, ohne zuſammen zu fallen, und zugleich hörte das Raſſeln auf.

3. Herr Nicholſon füllte eine Halbkugel aus hell glänzendem Kupferblech, von 4″ Durchmeſſer, mit Waſſer von 60° F. Wärme, und ſteckte um 4 Uhr 3′ die Weingeiſtlampe darunter an. Um 5′ ſah die Innenſeite unmittelbar über der Flamme trübe aus durch Gasblaſen; die Wärme war nun 110°. Um 6′ ſtiegen Gasblaſen auf, und über der Oberfläche des Waſſers wurde Dampf ſichtbar; Temperatur 120°. Um 8′ war die Innenſeite mit groſsen Gasblaſen überzogen; Temperatur 150°. Um $9\frac{1}{2}$′ war der Boden rein von Blaſen und das Getöſe begann, Temperatur 175°. Um 10′, Temperatur 184°, (?) waren die zuſammen fallenden Dampfblaſen ſchon ſehr ſichtbar, ob man ſie gleich wegen ihrer ſpitzen Geſtalt nicht gewahr wurde, wenn man gerade herunter in das Gefäſs ſah. Um 11′, Temperatur 180°, war das Raſſeln ſehr laut, und der Blaſen mehrere und gröſsere. Um 12′, Temperatur 185°, platzten etliche Blaſen an der Oberfläche und das Raſſeln war ſchwächer. Um $12\frac{1}{4}$′, Temperatur 204°, kochte das Waſſer, *) und ſtatt des Raſſelns hörte man das Geräuſch des Kochens.

4. Die Lampe wurde, nachdem der vorige Verſuch zu Ende war, um 14′ ausgeblaſen, und erſt um 18′, als das Waſſer ſich bis auf 170° abgekühlt

*) Das Thermometer lag horizontal, und der gröſste Theil des Queckſilberbehälters ſammt der Röhre befand ſich auſserhalb des Gefäſses. Als der Queckſilberbehälter ganz in das Waſſer getaucht wurde, zeigte das Thermometer 208°. *N.*

hatte, wieder angeſteckt. Um 20′, Temperatur 180°, begann das Raſſeln, doch nicht eher, als bevor groſse Gasblaſen ſich gezeigt hatten; und gleich darauf, bei 204° Wärme, ſtiegen ſie durch die Flüſſigkeit herauf, und das Kochen begann mit Strömen oder Fontainen von Blaſen, die von beſondern Punkten aufſtiegen. In dieſem Verſuche war des Raſſelns weit weniger als zuvor.

Aus dieſen Verſuchen erhellet deutlich, daſs die Condenſation der Dampfblaſen beim Anſteigen durch die kältere Flüſſigkeit das Raſſeln (*ſimmering*) des Waſſers vorm Kochen verurſacht. Im letzten Verſuche war das obere Waſſer wärmer als das untere, daher konnte das Raſſeln nicht eher eintreten, als bis die Dampfblaſen wärmer als jenes Waſſer waren, und auch dann war das Zuſammenfallen der Blaſen minder plötzlich und das Geräuſch minder laut, als in den andern Verſuchen.

III.

Dampf und Rauch, einzeln ſichtbar, beide vereint unſichtbar.

Aus einem Briefe von Giddy, *Eſq.*, *an* Nicholſon.

Clifton, Aug. 6, 1805. *)

— — Folgende Bemerkung iſt von mir und andern an einer Dampfmaſchine von der Conſtruction des Herrn Trevithick gemacht worden, zu Merthyn Tidwell in Süd-Wales. Herr Trevithick hat dieſe Maſchine beſtimmt, Wagen zu bewegen, *(of moving waggons,)* und daher alles ſo leicht und ſo wenig unbequem als möglich für die, welche den Verſuch anſtellen oder als Augenzeugen dabei gegenwärtig ſeyn wollen, eingerichtet. Der Rauchfang beſteht aus gewalztem Eiſen, und der Dampf, der aus dieſer Maſchine, ohne condenſirt zu werden, entweicht, wird in dieſelbe Röhre geleitet, ungefähr 1 Fuſs über die Stelle, wo ſie aus dem Keſſel abgeht, **) und alſo mehrere Fuſs über dem Feuer und über dem Regiſter.

Es fiel uns bald auf, als die Maſchine anfing zu gehen, daſs wir weder Rauch noch Dampf aus dem

*) Nicholſon's *Journal*, Vol. 12, p. 1. *d. H.*

**) Das heiſst wahrſcheinlich aus der Röhre, die durch die Dampfkeſſel hindurch zu gehen pflegt. *d. H.*

Schornſteine heraus kommen ſahen. Nur wenn man neue Kohlen aufwarf, zeigte ſich ein feines weiſses Wölkchen, und das nur auf wenig Zeit; auch wurden wir nirgendwo anders Waſſertröpfchen oder Dunſt gewahr. Es wurde vorgeſchlagen, das Regiſter allmählig zu ſchlieſsen; als dieſes geſchehen war, wurden wir eine Verdichtung des Dampfes in einer kleinen Entfernung vom Schornſteine gewahr, und zuletzt erſchien er in ſolcher Menge, als wenn er aus dem Keſſel unmittelbar ausſtrömte.

Wir kehrten darauf den Verſuch um. Der Dampf wurde allmählig immer mehr auf den Keſſel eingeſchränkt; und nun wurde der Rauch immer ſichtlicher, bis er zuletzt in Menge und Ausſehen dem ganz gleich kam, welcher gewöhnlich von einem ähnlichen Feuer aufſteigt. So fuhren wir abwechſelnd eine geraume Zeit mit dieſen Verſuchen fort, und immer war der Erfolg derſelbe.

Zuletzt entſtand die Frage: ob das Zulaſſen des Dampfs in den Schornſtein auf den Zug Einfluſs habe, und in wie weit das der Fall ſey. Um hierüber Auskunft zu erhalten, ſahen wir alle mit gröſster Aufmerkſamkeit in die Feuerſtätte, während die Maſchine ſo arbeitete, daſs ſie in jeder Minute nur wenige Hübe machte. Alle erklärten einſtimmig, das Feuer werde jedes Mahl heller, wenn der Dampf in den Rauchfang ſteigt, indem die Maſchine ihren Hub macht.

Zuſatz von Nicholſon. *)

Bald nachdem mir Herr Giddy dieſe Beobachtung mitgetheilt hatte, ſtellte ich meine Verſuche über das Raſſeln des Waſſers, ehe es zum Kochen kömmt, an, und dabei kam ich auf einen Verſuch, der über das von ihm beſchriebene Phänomen vielleicht einiges Licht verbreiten dürfte.

Ich hatte eine enge Glasröhre durch einen Kork geſteckt, und ſchob dieſen in die Oeffnung der Retorte, in welcher beim erſten Verſuche Waſſer über der Weingeiſtlampe kochte. Durch dieſe engere Oeffnung drang der Dampf als ein ſichtbarer Strahl, der ungefähr 1 Fuſs lang war, hervor. Wurde aber die Flamme eines Lichts unmittelbar unter die Oeffnung der Röhre gehalten, ſo wurde der Dampfſtrahl gänzlich unſichtbar.

Um zu beſtimmen, ob in dieſem Falle das Waſſer zerſetzt, oder ob der Dampf bloſs ſo ſtark ausgedehnt werde, daſs die Luft ihn verſchlucke, oder ob der condenſirte Dampf nun nur zu dünn ſey, um wahrgenommen zu werden, leitete ich den heiſsen unſichtbaren Strahl durch eine zweite weitere Glasröhre. Der Dampf trat ſichtbar und in Menge aus der hintern Oeffnung dieſer Glasröhre hervor. Hieraus ſchlieſse ich, daſs gar keine oder eine nur ſehr unbedeutende Zerſetzung des Waſſers Statt gehabt haben könne, da es hinreichend war, den ſehr heiſsen Dampf in der weitern Röhre zuſammen zu

*) *Eben daſelbſt*, p. 47. *d. H.*

halten und abzukühlen, um ihn wieder ſichtbar zu machen.

Beachten wir aber das Verſchwinden des dichten Rauchs in der Beobachtung des Herrn Giddy, ſo ſcheinen wir Grund zu haben, zu glauben, daſs der Kohlenſtoff in demſelben durch den Waſſerdampf oxygenirt und in Gas verwandelt worden ſey. War das der Fall, ſo muſsten die Produkte dieſer Zerſetzung ſeyn: expandirter und unſichtbarer Dampf, Waſſerſtoffgas und kohlenſaures Gas. *) Wenn man bei einem Verſuche dieſer Art die entweichenden und elaſtiſchen Flüſſigkeiten auffängt, ſo wird ſich über das Zuläſſige oder Unzuläſſige dieſer Vermuthung entſcheiden laſſen. Iſt ſie gegründet, ſo hätten wir hier eine Zerſetzung von Waſſer und Oxygenation des Kohlenſtoffs in einer weit niedrigern Temperatur, als man ſie bisher erwarten zu dürfen glaubte.

*) Oder gasförmiges Kohlenſtoffoxyd. *L. H.*

IV.

VERSUCHE

mit einem Electromotor eigenthümlicher Art, welche gegen die Theorie Volta's zu ſtreiten ſcheinen,

von

J. S. C. Schweigger,

Profeſſor der Math. und Phyſik am Gymnaſium zu Baireuth.

— — Nach Volta's Theorie haben die feuchten Schichten in der von ihm erbauten electriſchen Säule keine andere Beſtimmung, als theils die aufgeregte Electricität fortzuleiten, theils vorzüglich den entgegen geſetzten Contact der Leiter erſter Ordnung abzuhalten, der unvermeidlich entſtehen würde, wenn wir das folgende Plattenpaar unmittelbar auf das erſte legen wollten. Daſs bei dem erwähnten entgegen geſetzten Contacte unmöglich Wirkung erfolgen könne, ſucht Volta theils durch Vernunftgründe, theils an ſeinem Condenſator zu zeigen.

Wie nun, wenn ſich dennoch eine wirkſame galvani'ſche Batterie nicht nur denken, ſondern auch bauen lieſse, bei welcher entgegen gefetzter Contact Statt findet. Wir wollen uns einen mit Glas belegten und z. B. mit 50 Glasfächern verſehenen Trog vorſtellen, gleichwie er hier in Fig. †, Taf. VIII, im Durchſchnitte gezeichnet iſt. *AB*, *CD*, *EF*

u. ſ. w., ſtellen Glaswände vor, die ſehr ſorgfältig einzukitten ſind, damit zwiſchen den verſchiedenen Fächern keine Communication der hinein gegoſſenen Flüſſigkeit ſey.

Man vereinige nun jedes Mahl drei Metallplatten, vermittelſt eines Drahtes; (ich bediene mich hierbei viereckiger einzölliger Platten, die durchbohrt ſind.) Wir wollen KZK, (d. h., Kupfer, Zink, Kupfer,) nehmen. Die drei vereinten Platten hänge man über die Wände des Apparats, auf die Art, wie die Figur es darſtellt.

Nun iſt aber das Kupfer zur Rechten des Zinks, (ich will es mit K' bezeichnen,) mit Z ganz in Berührung, während K mit Z nur vermittelſt des Drahtes in Contact iſt. Um dieſe Ungleichheit aufzuheben, überklebe man K' auf der gegen Z gekehrten Seite mit einem Stückchen Wachstaffet, oder überlackire es auf dieſer Seite, (es verſteht ſich, mit Ausnahme der obern vom Drahte berührten Stellen,) oder kürzer, man lege einen ſchmalen Streifen von Glas oder lackirtem Holze zwiſchen K' und Z. Alsdann wird in Abſicht des Contactes zwiſchen K mit Z und Z mit K' kein Unterſchied wahrzunehmen ſeyn, in ſo fern nämlich beide bloſs vermittelſt des Drahtes in Verbindung ſind. *) Nach Volta's Theorie

*) Man ſieht, daſs ich gefliſſentlich darnach ſtrebe, auf beiden Seiten vollkommene Gleichheit in Abſicht des Contactes zwiſchen den beiden Kupferplatten K und dem Zink zu bewirken, ob dies

müſste nun offenbar die Wirkung des einen Plattenpaars ZK' die des andern KZ, und umgekehrt, aufheben; oder mit andern Worten: Z wird von zwei gleichen, aber entgegen geſetzten Kräften afficirt, und bleibt alſo zugleich mit K und K' im natürlichen Zuſtande.

Mit der gröſsten Sorgfalt erbaute ich dieſen, ganz gegen Volta's Theorie verſtoſsenden, Apparat, goſs Waſſer, vermiſcht mit wenig Schwefelſäure, in die einzelnen Fächer, und — es erfolgte dennoch die bekannte Erſchütterung und Waſſerzerſetzung. *)

Damit man nicht glaube, der Meſſingdraht, womit ich die Platten verband, bringe Täuſchung hervor, (nämlich es werde nur der Contact zur Seite aufgehoben, während der von oben nach unten Meſſingdraht / Zink ungehindert fortdauere,) ſo baue man

gleich zu den Schlüſſen, die ich beabſichtige, nicht durchaus nothwendig ſeyn würde, indem, wie Volta gezeigt hat, die electriſche Spannung keinesweges von der Gröſse der Fläche abhängt, in der ſich beide Metalle berühren, und auf das Electrometer dieſelbe Wirkung entſteht, es mögen dieſelben ganz, oder nur an einigen Punkten im Contacte ſeyn. S.

*) Vergleichende Verſuche mit der gewöhnlichen Einrichtung des Becherapparats behalte ich mir vor. Die bisherigen fielen zweideutig aus, in Ermangelung einiger hierbei unentbehrlicher Werkzeuge. S.

den Apparat auf folgende Art, wodurch er zugleich an Zweckmäfsigkeit und Eleganz gewinnt. Man vergolde die Glaswände oben am Rande und drücke die Platten K und Z an diefen vergoldeten Rand, über welchen fie noch hervor ragen. Auch zwifchen ZK' lege man einen fchmalen vergoldeten Streifen. Ich will den vergoldeten Glasrand und Streifen mit g bezeichnen. Man fieht diefen Apparat in Figur †† auf Taf. VIII im Durchfchnitte vorgeftellt. K und Z find durch das vergoldete Glas im metallifchen Contacte; auf ähnliche Art auch Z und K'. Demnach wird Z ganz auf diefelbe Art zu beiden Seiten afficirt. Wenn blofs von dem Contacte der Metalle das Ganze der Wirkung abhinge, fo könnte man, um in Volta's Sprache zu reden, den electrifchen Strom mit gleicher Befugnifs von K nach Z, und von K' nach Z annehmen, d. h., eben fo gut von der rechten Seite zur linken, als von der linken zur rechten Seite; folglich nach keiner Seite allein; folglich ift überhaupt kein electrifcher Strom denkbar.

Man gieffe indefs eine Flüffigkeit in die einzelnen Fächer. (Ich nahm gewöhnlich Waffer mit etwas Schwefelfäure vermifcht, oder auch blofs Salzwaffer.) Die Wirkung erfolgt wie vorhin. Lebhaft ift die Gasentbindung und lebhaft die Erfchütterung. Mehrmahls habe ich diefen Verfuch, in Gegenwart unbefangener Zeugen, angeftellt.

Aber was folgt hieraus? Sollen wir nicht annehmen, *dafs bei der voltaifchen Säule die Fun-*

ction des feuchten Leiters keinesweges in Abhaltung des entgegen gesetzten Contactes bestehe, da wir nun wirksame galvani'sche Batterieen haben mit entgegen gesetztem Contacte?

Diesen Satz der Prüfung der Physiker vorzulegen, ist die Absicht meines Briefes.

Mir scheint es, dass man bei dem beschriebenen Versuche sich genöthigt sieht, entweder

1. zu behaupten, dass Zink aus den beiden nebenliegenden Kupferplatten Electricität an sich ziehe, was jedoch Volta's Theorie und Versuchen am Condensator widerspricht. Denn in diesem Falle müsste, wenn *C* den von Kupfer oder Messing gearbeiteten Deckel des Condensators bezeichnet, und nun *CZK* zusammen kommen, offenbar so wohl *C* als *K* negativ werden, statt dass in diesem Falle die Wirkung vielmehr ganz aufgehoben wird und *C* am Electrometer keine wahrnehmbare Spur von Electricität zeigt. — Oder man muss, was uns sonach allein übrig bleibt,

2. annehmen, dass der feuchte Leiter in der voltaischen Säule eine höhere Rolle spiele, als ihm, nach der Theorie ihres grossen Erfinders, zugetheilt wird.

Eine Einwendung ist noch zu beseitigen. Man könnte nämlich sagen, die Wirkung des Contactes zwischen *KZ* sey durch das auf die andere Seite gelegte *K'* vielleicht nicht ganz aufgehoben worden; es sey also die Kraft des erwähnten Apparats dem

Rückſtande in einer ſchon entladenen kleiſtiſchen Flaſche analog.

So lange der Satz feſt ſteht, daſs durch den Contact der Leiter erſter Ordnung Electricität aufgeregt werde, (welcher mir wenigſtens ſchon aus theoretiſchen Gründen ſehr wahrſcheinlich ſeyn würde, auch wenn hierüber nicht die mit ſo vielem Scharfſinne ausgedachten, mit ſo vieler Sorgfalt angeſtellten Verſuche eines Volta vorhanden wären,) ſo lange iſt auch der Satz nicht zu läugnen, daſs durch den entgegen geſetzten Contact die Electricität in gewiſſen Fällen nur zum Theil aufgehoben werden könne. Nur in dem vorliegenden Falle iſt letzteres nicht annehmbar. Denn

1. die Wirkung des eben beſchriebenen Apparats iſt zu ſtark, als daſs man ſie bloſs von einem zufällig gebliebenen Reſte der Electricität ableiten könnte.

2. Gefliſſentlich ſtrebte ich dahin, daſs in Abſicht auf den Contact des Kupfers mit dem Zinke zu beiden Seiten durchaus kein Unterſchied wahrzunehmen ſey. Wurde aber, könnte man einwenden, nicht dadurch Irrthum veranlaſst, daſs K unmittelbar am Glaſe anlag, K' aber frei im Waſſer ſchwebte, folglich letzteres vielleicht mehr als erſteres ſich verkalkte, und ſonach eine Säule aus Kupferplatten, die in ihrer Oxydation verſchieden waren, entſtand? Jedoch, der Verſuch gelingt eben ſo gut, wenn auch K durch einen eingeſchobenen vergoldeten Streifen vom Glaſe getrennt und eben ſo frei wie K' vom

Waſſer umſpielt wird, was wohl ohnehin ſich verſteht.

3. Doch einmahl angenommen die höchſt unwahrſcheinliche, durch das Bisherige ſchon als unſtatthaft dargeſtellte, Hypotheſe, daſs in den Lagen KZK' jedes K ſtärker als K', oder jedes K' ſtärker als K gegen Z impellire, *) daſs alſo der Impuls der einen Kupferplatte gänzlich aufgehoben werde, ſonach dieſe Platte bloſs als Leiter diene, die Säule aber lediglich mit der Differenz beider entgegen ſtrebenden Kräfte wirke, — dies für einige Augenblicke angenommen: was folgt aus dieſer Vorausſetzung? Offenbar, daſs eben dieſe K und K', allein zuſammen gelegt, mit einer Kraft gegen einander impelliren werden, die der Differenz ihrer Wirkung auf Z gleich iſt, **) folglich der vorhin beſchriebene Apparat, auch nach Hinwegnahme der Z, wenn bloſs die homogenen Metalle im Contacte ſind, ſeine Wirkſamkeit dennoch behalten müſſe.

*) Wer ſieht nicht, daſs ſchon dadurch dieſe Hypotheſe vernichtet wird, daſs wir eben ſo viel Urſache haben, dem K, als dem K' die ſtärkere Wirkung beizulegen, alſo eben ſo viel Grund, den Plus- oder Minuspol der Säule auf der einen, als auf der andern Seite anzunehmen? *S.*

**) Vergl. Ritter's vortreffliche Abhandlung: „Neue Verſuche und Bemerkungen über den Galvanismus", in den Annalen 1804, St. 3, S. 298. *S.*

Ich brauche nicht erſt zu ſagen, daſs dies keinesweges der Fall iſt.

Aber ſehr viel Luſt hätte ich, hier noch manches beizufügen von den keineswegs analogen Erſcheinungen, wenn man in dem Apparate *ZKZ* ſtatt *KZK* nimmt, und zugleich die Grundſätze zu entwickeln, welche mich auf die erwähnten Verſuche geleitet und mich in den Stand geſetzt haben, den Erfolg derſelben viele Monate zuvor mehrern Freunden mit Gewiſsheit vorher zu ſagen, ehe ich mir den Apparat zur Anſtellung derſelben hatte verfertigen laſſen. Bloſs der Kürze wegen habe ich die Thatſache ſogleich vorgelegt, ohne irgend eine Speculation einzumiſchen. Denn es ſcheint mir nöthig, abzuwarten, ob Sie dem Bisherigen Ihren Beifall geben, ehe ich längere Briefe ſchreibe. — —

V.

THEORIE

der chemiſchen Anziehung der Körper,

von

J. F. C. WUTTIG

in Freiberg.

Durch eine Unterſuchung über Licht und Wärme wurde ich auch auf die Betrachtung des noch ſo unvollkommen erkannten Verbrennungsprozeſſes, (für welchen wir in der That einer zwangloſen Theorie mehr bedürfen, als neue Syſteme der Phyſik, u. ſ. w.,) geleitet. Ich ſah ſehr bald ein, wie ſchwierig es ſey, dieſes Phänomen für ſich, ohne Verbindung mit andern, zu betrachten; überzeugte mich durch wiederhohlte Beobachtungen, daſs dieſes, und andere beinahe noch weniger erklärbare Phänomene auf gemeinſchaftlichen Principien beruhen müſsten; und fand ſo, was mir das Natürlichſte zu ſeyn ſchien.

Ich fühle jedoch nur zu gut, daſs die Frucht noch nicht völlig zur Reife gediehen iſt; indeſſen reifen auch manche Früchte erſt dann, wenn ſie gepflückt ſind. Ich wünſche daher folgende Theorie der Attraction der Körper einer ſtrengen Prüfung unterworfen zu ſehen.

Licht und Wärme gehen in einander über.

Anmerkung 1. Dieſer Satz kann hier nicht vollkommen aus einander geſetzt werden.

Anmerkung 2. Wir reden hier immer von der Erſcheinung des Lichts und der Wärme, und nicht von der Urſache derſelben, wenn letzteres nicht ausdrücklich bemerkt wird.

Anmerkung 3. Wir werden immer von Licht und Wärme zugleich ſprechen, und nur das Uebergewicht des einen oder des andern verſtehen, wenn wir nur eins nennen.

Erläuterung. Man denke ſich zwei Punkte, einen leuchtenden und einen wärmenden, in gewiſſer Entfernung von einander; das Licht des leuchtenden Punktes wird nach allen Dimenſionen mit der Zunahme der Quadrate der Entfernungen abnehmen, ſo wie die Wärme des wärmenden Punktes. Wenn man nun eine Linie von einem Punkte zum andern zieht, ſo werden im Mittelpunkte derſelben Licht und Wärme von gleicher Intenſität ſeyn; hingegen wird nach den Endpunkten zu das eine oder das andere prädominiren.

Dieſe Linie kann nun vom leuchtenden ſo wohl als vom wärmenden Punkte aus, in ſo fern dieſe gegebenen Punkte in dem Unendlichen die endliche Gränze beſtimmen, durch Auseinanderrückung der Punkte, in gerader Richtung ins Unendliche verlängert werden; und durch die unendliche Wieder-

holung

hohlung der Lage dieſer beiden Punkte ſind auch alle mögliche Lagen der Linie gegeben.

Anmerkung. Mit dieſer Vorſtellung iſt nicht geſagt, daſs Licht und Wärme aus dem vollkommen getrennten in den vollkommen ungetheilten Zuſtand gegangen ſeyn; ſondern es iſt dadurch bloſs angezeigt worden der relative Gegenſatz zwiſchen beiden, ſo wie die Möglichkeit eines geſtörten Gleichgewichts, eines Uebergewichts des einen vor dem andern.

B.

Licht und Wärme ſind zugleich und ungetrennt.

Erläuterung. Eins kann nicht ohne das andere, iſolirt, dargeſtellt werden, (ſo leicht dies auch manchem ſcheinen mag;) es kann alſo auch nicht eins Modification des andern ſeyn, ſo wenig die Urſache beider verſchieden ſeyn kann.

Anmerkung. Der Beweis kann hier nicht völlig entwickelt werden.

Beweis. Wenn man bei einem ſtarken Feuer eine Glasſcheibe vor ſich hält, (es verſteht ſich, zwiſchen ſich ſelbſt und das Feuer,) ſo wird man anfänglich mehr Wärme empfinden, als wenn man eine Metallplatte anwendet, bis beide Körper erwärmt ſind, dann verhält es ſich umgekehrt. Eben ſo wie das Glas das Licht leicht durchläſst, eben ſo auch die Wärme; und ſo wie ſich die Wärme in den Körpern verbreitet, ſo auch das Licht.

Anmerkung. Auch dürfte hier auf Herſchel's Verſuche, welche das Daſeyn unſichtbarer Lichtſtrahlen anerkennen lehren, Rückſicht genommen werden können.

Zuſatz. Es kann weder ein abſoluter Mangel an Licht, noch ein abſoluter Mangel an Wärme Statt finden.

Erläuterung. Wenn wir das Licht, ſo wie wir die Wärme in den Körpern durchs Gefühl wahrnehmen, durchs Geſicht wahrnehmen ſollten, ſo müſsten alle Körper durchſichtig ſeyn. Wenn wir es aber gar nicht wahrnähmen, ſo wären uns alle Körper unſichtbar. Wenn die die Körper umgebende Luft verfinſtert iſt, ſo ergiebt ſich daraus nicht die völlige Abweſenheit des Lichts.

Beweis. Wenn ein von der Sonne erleuchtetes Zimmer ſchnell verfinſtert wird, ſo zeigen die ſich darin befindlichen Körper, wenn ſie bewegt werden, Lichterſcheinung, u. ſ. w.

C.

Licht und Wärme wirken allenthalben, wo ſie wirken, gemeinſchaftlich.

Beweis. Dieſer ergiebt ſich aus der abſoluten Abhängigkeit des einen von dem andern.

Zuſatz. Doch wirken Licht und Wärme nicht immer in gleichem Verhältniſſe.

D.

Licht und Wärme ſind blos Mittel der Effekte, welche ſie hervor bringen.

Beweis. Sie gehen nicht selbst Verbindungen mit Körpern ein. Wollte man dies aber zugestehen, so müsste die Materialität des Lichts und der Wärme erwiesen werden. Diese ist aber offenbar unerweisbar, und kann somach nicht angenommen werden.

Anmerkung. Der Beweis kann nur an einem andern Orte, (durch Versuche,) in anderm Zusammenhange, vollständig geführt werden.

E.

Die Anziehungen der Körper, so wohl im Allgemeinen als Besondern, hängen von dem gemeinschaftlichen Einflusse des Lichtes und der Wärme ab.

Anmerkung 1. Dies gilt auch von den Repulsionen; allein hier haben wir es blos mit den Anziehungen zu thun.

Anmerkung 2. Das Wort: *Verwandtschaft*, können wir hier nicht statt des Wortes: *Anziehung*, gebrauchen, weil es einen zu beschränkten Sinn hat.

Beweis. Der Grund der Cohärenz der Körper, der sie fähig macht, sich zu verbinden, wird denselben durch Einwirkung des Lichtes und der Wärme ertheilt, welches sich durch eine Menge von Versuchen beweisen lässt.

Anmerkung. Electricität und Magnetismus scheinen ebenfalls Resultate dieser Ursache zu seyn, (dies kann aber hier nicht bewiesen werden;) und wenn erstere mit der chemischen Anziehung iden-

tisch seyn sollte, so müssen diese auch aus demselben Gesichtspunkte betrachtet werden.

Allgemeine Anmerkung. Alle diese Sätze von *A* bis *E* lassen sich sehr weit ausdehnen, und durch allgemein bekannte Versuche sehr befriedigend beweisen; allein hier gestattet es weder Raum noch Zweck, so weit einzugehen. Ich werde daher alles dies an einem andern Orte, in anderm Zusammenhange, weiter ausführen.

F.

Die Anziehungen der Körper lassen sich im Allgemeinen auf zwei reduciren; nämlich auf

a. Anziehung mit Produkt, und

b. Anziehung ohne Produkt.

Erstere heisst *Verbrennung*, und letztere *Streben (Tendenz) zur Verbrennung.*

Mit Produkt ist die Anziehung,

a. wenn von zwei oder mehrern sich entgegen gesetzten Körpern einer die Cohäsion des andern überwältigen kann; oder

b. beide in bestimmtem Grade flüssig sind.

Ohne Produkt ist die Anziehung, wenn von zwei entgegen gesetzten Körpern der eine die Cohäsion des andern nicht überwältigen kann.

Anmerkung. Wenn Körper, welche fähig sind, entgegen gesetzt zu wirken, zu viel Cohärenz haben, d. i. sehr, oder zu wenig, d. i. permanent elastisch sind, so hat zwischen ihnen gar keine An-

Statt. Dieser Zustand kann füglich hier nicht aufgeführt werden.

G.

Die Anziehung mit Produkt, die Verbrennung, läßt sich in drei Arten abtheilen.

a. Dunkle Verbrennung.

Diese geht ohne sichtbares Licht vor sich.

b. Glimmende Verbrennung.

Bei dieser ist entweder

α. sichtbares Licht und Wärme in gleichem Verhältnissen gegenwärtig, oder

β. das sichtbare Licht überwiegt.

c. Flammende Verbrennung.

Bei dieser wirkt die Wärme alle Mahl mit prädominirendem Lichte.

H.

Die Anziehung mit Produkt, die Verbrennung, beruht, (so wie die Anziehung ohne Produkt) *auf der Zuleitung des Lichts und der Wärme von den verbrennenden umgebenden Körpern;* diese Zuleitung ist entweder

a. *klein,* oder

b. *groß,* oder

c. *sehr groß.*

Anmerkung. Wenn wir von Zuleitung reden, so verstehen wir alle Mahl diese des Lichts und der Wärme; wir überheben uns daher der Umschreibung [illegible]

Zusatz 1. Da mit der Einwirkung des Lichts und der Wärme auch zugleich die Entgegengesetztheit der Körper gegeben ist; so ist es auch denkbar, dass bei der Anziehung dieser Körper, (wenn ihre Entgegengesetztheit nicht stark genug ist, sich zu verbinden,) der Fortgang dieser Einwirkung, Statt haben, d. i., Licht und Wärme so die Anziehung weiter unter ihnen begünstigen müsse.

Zusatz 2. Wir haben also gar nicht nöthig, ja, wir sind nicht berechtigt, Licht und Wärme weder in die verbrennlichen Körper selbst, noch in das Sauerstoffgas zu setzen.

Anmerkung. Es ist ganz eigen, dass man bisher gar keine Rücksicht auf die *Beendigung* des Verbrennungsprozesses genommen hat, da diese doch eben so wohl verdient, beachtet zu werden, als der *Anfang*. Wir wollen ihr daher ein wenig Aufmerksamkeit schenken.

Wenn z. B. ein dunkles Zimmer durch eine Menge hell brennender Fackeln erleuchtet ist, und diese durch einen Windstoss alle schnell verlöscht werden; wo kommen da Licht und Wärme hin? —

Wenn wir das Licht als modificirten Wärmestoff betrachten, der aus dem Sauerstoffgas hervor geht, so müssen wir annehmen, dass das Licht mit äusserst schneller Bewegung, und zwar auf entgegen gesetzte Weise, umgekehrt als modificirtes Licht, (?) d. i., als Wärme, wieder in den Sauerstoff zurück kehrt.

Wenn wir Licht und Wärme zugleich in das Sauerſtoffgas ſetzen, ſo nehmen wir an, daſs dieſe beim Verlöſchen der Flamme ſogleich wieder zurück in einige Verbindung mit dem Sauerſtoffe treten.

Wenn wir das Licht in die verbrennlichen Körper ſelbſt ſetzen, ſo ſind wir genöthigt, anzunehmen, daſs die verloſchenen Flammen an andere brennliche Körper, die noch nicht mit Licht geſättigt (?) waren, treten.

Aber wie wird man auf Ein Mahl in Verlegenheit geſetzt, wenn man bedenkt, daſs die Flammen auch in irreſpirabeln Gasarten, wo an keine Gegenwart des Sauerſtoffs zu denken iſt, verlöſchen! wie wird man in Verlegenheit geſetzt, wenn man ſieht, daſs auch da das Verlöſchen vor ſich geht, wo keine verbrennlichen, ſondern nur verbrannte Körper gegenwärtig ſind! — Müſste man dieſe Anſichten noch nicht zugeben, daſs die (aus dem Sauerſtoffgas oder aus den verbrennlichen Körpern) ausgeſchiedene Flamme nie verlöſchen könnte, wenn ſie nicht andere Körper ſind, mit welchen ſie ſich verbinden könnte?

Man ſieht hieraus, daſs man, nur aufs äuſserſte getrieben, jene Erklärungen annehmen könne; und Thomas Thomſon *) hat Recht, wenn er ſagt: „Lavoiſier *has indeed ſucceeded comple-*

*) *Syſtem of chemiſtry; the firſt edition*, pag. 358, Vol. 1.

tely in eſtabliſhing one very important ſtep, namely that during combuſtion oxygen always combines with the burning body. But another ſtep muſt be made, before we can explain why calorie and light are emitted during combinations in which oxygen is concerned, and ſcarcely even during other combinations. Till the ſtep be made, the theory of combuſtion muſt be conſidered as imperfect."

Das Verlöſchen der Flamme geſchieht, wenn die Anziehung zwiſchen je zwei Körpern vollendet iſt; und dieſes Verlöſchen iſt nach unſrer Abweichung gleichſam eine Reflexion, ein Zerſtreuen der Flamme, welche ſich wiederum mit den umgebenden Körpern ins Gleichgewicht ſetzt, ohne ſich chemiſch damit zu verbinden.

I.

Bei der Anziehung mit Produkte, d. i., bei der Verbrennung im Allgemeinen, finden dreierlei beſondere Anziehungen Statt:

a. ſehr ſtarke, (bei der dunkeln V.)

b. ſtarke, (bei der glimmenden V.),

c. ſchwache, (bei der flammenden V.).

Bei der erſten iſt die Zuleitung

1. *klein*, und zwar

α. geringer,

β. unmerklich, oder

γ. negativ.

Bei der zweiten iſt die Zuleitung

2. *groſs*, und zwar

α. leuchtend, oder
β. glühend.

Bei der dritten ist die Zuleitung
3. sehr groß, und zwar
α. hell flammend, oder
β. dunkel flammend.

Betrachtung
der
besondern Anziehungen bei der Verbrennung.

A. Dunkle Verbrennung.

Sehr starke Anziehung.

Kleine Zuleitung, und zwar
Geringe.

Findet Statt bei den meisten Verbindungen der Säuren mit salzfähigen Grundlagen, z. B. bei den Verbindungen der Schwefelsäure, der Salpetersäure, u. s. w., mit Kalien, Metalloxyden, u. s. w.; bei der Verbindung der genannten u. m. Säuren mit Wasser, mit vegetabilischen Substanzen, (z. B. Indig, u. s. w.) bei der Respiration warmblütiger Thiere, u. s. w.

Anmerkung 1. Es versteht sich von selbst, dass hier bloss von kohlensäurefreien salzfähigen Basen, so wie bloss von den Säuren, welche in dem concentrirtesten Zustande sind, die Rede seyn kann, da widrigen Falls die Resultate nicht entsprechend ausfallen können.

Anmerkung 2. Die Respiration ist auch als Verbrennungsprozess zu betrachten; und der Grad

der Zuleitung bestimmt den Grad der *thierischen Wärme.*

β. Unmerkliche.

Diese hat Statt z. B. bei der durch Schwefelalkalien (in flüssigem Zustande) bewirkten Absorption des Sauerstoffgas; bei den Verbindungen verdünnter Säuren mit verdünnten Basen; bei der Respiration kaltblütiger Thiere; u. s. w.

γ. Negative.

Diese zeigt sich bei den meisten Auflösungen der Salze in Wasser, z. B. bei der des schwefelsauern Natrons, des salzsauern Ammoniaks, u. s. w.; bei mehrern Salzgemischen, (welche künstliche Kälte hervor bringen;) u. s. f. w.

B. *Glimmende Verbrennung.*

b. *Starke Anziehung.*

a. *Grosse Zuleitung*, und zwar

α. Leuchtende.

Hierher gehören das Leuchten beim Löschen des gebrannten Kalks, das Leuchten des Phosphors, der Leuchtsteine, das Leuchten der Mollusken, Medusen, Pholaden, Skolopendern, u. s. w.; das Phosphorsciren mehrerer Fossilien, z. B. des Steinmarks vom Hatze, des Leutrits *(Lenz)*, der Flussspäle, u. d. m.

Anmerkung 1. Beim Löschen des gebrannten Kalks wird Sauerstoff absorbirt, also u. s. w.

Anmerkung 2. Das Leuchten mehrerer Thiere rührt entweder von der Respiration oder von ei-

nem andern vor sich gehenden Oxydationsprozesse her. Dies wird noch mehr dadurch bestätigt, dass diesen Leuchten mit dem Grade der Fäulniss derselben im umgekehrten Verhältnisse steht, u. s. w. Wir können also das Licht nicht mit *Hulme* als wirklichen Bestandtheil dieser Thiere betrachten, der nach dem Tode derselben ausgeschieden werde.

Anmerkung 3. Dass wir die Phosphorescenz der Fossilien mit unter die Verbrennungen rechnen, geschieht deshalb, weil wir wirklich an manchen derselben äussere Veränderungen wahrnehmen, die auf innere schliessen lassen. So wird z. B. die Farbe des violblauen Flussspaths in Grün umgeändert, u. s. w.

β. Glühende.

Diese findet Statt bei der Verbindung der unvollkommenen Schwefelsäure mit gebrannter Talkerde, beim Glühen des Pyrophors, beim Glühen der Massen aus Metallen und Schwefel, beim Funkenschlagen des Stahls am Steine, u. s. w.

C. *Flammende Verbrennung.*

a. *Schwache Anziehung.*

3. *Sehr grosse Zuleitung*, und zwar

α. Hell flammende.

Diese ereignet sich z. B. bei der Entzündung einer Stahlfeder in Sauerstoffgas, und bei den meisten Verbrennungen in reinem Sauerstoffgas.

β. Dunkel flammende.

Diese zeigt sich bei allen mitgetheilten Entzündungen in atmosphärischer Luft; ferner bei der (zum

Ausbruche der Flamme) fortgesetzten Erhitzung brennlicher Körper, bei dem Uebergiessen ätherischer Oehle, z. B. des Nelkenöhls, Bernsteinöhls, u. d., mit Salpetersäure, u. s. w.

Anmerkung. Es ergiebt sich aus unserer Ansicht, dass die *glimmende* und *flammende Verbrennung* nicht durch den Zutritt des Sauerstoffgas bedingt ist, sondern dass der Zutritt dieses Stoffes nur in so fern nöthig ist, als er von den verbrennenden Körpern angezogen wird, d. i., mit in das Produkt eingeht.

Es ist diesem zufolge erklärbar und ohne alle Paradoxie, dass der Phosphor im Stickgas leuchten könne, (denn es findet ja Anziehung mit Produkt Statt, — der Phosphor wird vom Stickgas aufgelöst;) dass die Entzündung ätherischer Oehle durch Salpetersäure in irrelpirabeln Gasarten vor sich gehen könne, (denn es hat ja auch hier Verbindung Statt,) u. d. m.

Wie gekünstelt ist es nicht, wenn man z. B. hier den Sauerstoff der Salpetersäure in einem dichtern Zustande in die ätherischen Oehle übergegangen, und dadurch den Wärmestoff durch schnelle Bewegung als Licht ausgeschieden wissen will, (von welcher Veränderung man eigentlich gar keinen Begriff hat,) u. d. m.!

Ist es nicht weit natürlicher, weit einfacher, eine Zuleitung von Licht und Wärme hier zu statuiren, da uns alle Erscheinungen gleichsam dazu nö-

thigen; (und da wir offenbar sehen, dass kein Körper für Licht und Wärme undurchdringlich ist?

Ich könnte eine Menge Beispiele aufführen, die es zeigen würden, wie unsicher es ist, dass wir Licht und Wärme wie andere Stoffe in der Chemie behandeln, — die es zeigen würden, wie wohl der Chemie geschähe, wenn sie sich von beiden (relative) lossagte, (da sie davon nicht viel mehr bedarf, als der Electricität, u. s. w.,) und sie der Physik überliesse!

K.

Die Anziehung mit Produkt, d. i., die Verbrennung im Allgemeinen, ist vorüber, wenn die besondere Anziehung aufhört, und sonach das Produkt vollendet ist.

Zusatz. Es setzen sich nun Licht und Wärme, welche während der Anziehung zugeleitet worden, wieder mit den umgebenden Körpern ins Gleichgewicht;

Bei der *dunkeln Verbrennung*

a. entgeht entweder Wärme,

b. entgeht keine Wärme, oder

c. tritt solche dazu.

Bei der *glimmenden Verbrennung*

a. entgeht entweder Licht, oder

b. Licht und Wärme zugleich.

Bei der *flammenden Verbrennung*

entgeht Wärme mit dem Lichte,

und die Flamme wird gleichsam [illegible]

[illegible]

L

Die Anziehungen im Besondern sind, (bei der allgemeinen Anziehung mit Produkt,) zwischen je zwei Körpern, nach dem Sättigungspunkte zu, immer schwächer und die Zuleitung ist immer stärker.

Zusatz. Es ergiebt sich daraus, dafs die stärkere oder schwächere Zuleitung auch mit von dem Massenverhältnisse der Körper gegen einander abhänge.

Beweis 1. Wenn man z. B. einer Säure erst eine kleine Quantität eines Kali zusetzt, so ist die Säure in überwiegender Activität; setzt man derselben eine gleiche Menge zu, (d. i., so viel als zur vollkommenen Neutralität erforderlich ist,) so ziehen sich beide gleichmäfsig an; setzt man der Säure eine gröfsere Quantität Kali zu, so prädominirt letzteres. Im erstern und letztern Falle ist hier die Anziehung stärker und die Zuleitung schwächer, als im mittlern Falle.

Beweis 2. Wenn ein warmblütiges Thier blofs Sauerstoffgas einathmet, so wird das Produkt, (welches beim Athemholen in atmosphärischer Luft immer nur zum Theil vollendet wird,) völlig erreicht, die Zuleitung ist stärker als in atmosphärischer Luft, weshalb die thierische Wärme erhöht wird; das Thier mufs bald sterben, weil die Oxydation des Blutes zu weit geht.

Anmerkung. Dieser Satz liefse sich sehr weit extendiren, allein wir müfsten zu weit in die chemische Affinitätslehre eingehen, welches hier gegen unsern Zweck ist.

M.

Die Anziehung ohne Produkt, d. i., die Tendenz zur Verbrennung, involvirt zweierlei besondere Anziehungen:

a. eine *ſtarke*, und

b. eine *ſchwache.*

Erſtere zeigt ſich bei der Adhärenz der Körper an einander; die Zuleitung iſt dabei *klein*, und zwar entweder

α. geringe oder

β. unmerklich.

Letztere giebt ſich bei der Friction der Körper u. ſ. w. zu erkennen, (ſo wie bei mitgetheilter Erwärmung brennender Körper;) hier iſt die Zuleitung entweder

a. klein, und zwar geringe, oder

b. groſs, und zwar glühend.

Klein iſt die Zuleitung bei der Bearbeitung der Metalle, z. B. beim Bohren der Kanonen, u. ſ. w. *Groſs* kann die Zuleitung werden z. B. beim Hämmern der Metalle, u. ſ. w.

Anmerkung 1. Wir haben hier das durch Friction bewirkte Glühen unter die allgemeine Anziehung ohne Produkt geſetzt, da man wirklich bei manchen alſo behandelten Körpern keine Oxydationswirkung wahrnehmen kann.

Anmerkung 2. Wenn der Ausdruck: *Streben zur Verbrennung*, bei der Adhärenz der Körper barbariſch vorkommen ſollte, kann auch ſagen: *Stre-*

ben zur Verbindung; doch geht dies bei gemeinſchaftlicher Betrachtung nicht wohl an.

N.

Die Verſchiedenheit der allgemeinen und beſondern Anziehungen der Körper hängt von der Verſchiedenheit der Körper ab.

Zuſatz. Je mehr ſich Körper entgegen geſetzt ſind, deſto ſtärker ziehen ſie ſich an, und umgekehrt.

Beweis. Bei der *Anziehung mit Produkt* ſehen wir, daſs bei den Körpern, welche ſchwach gegen einander gravitiren, alſo ſich in geringem Grade entgegen geſetzt ſind, die Zuleitung, in Vergleich mit denen, welche ſich ſtark anziehen, weit gröſser iſt. So ſind z. B. Säure und Kali ſich mehr entgegen geſetzt als Sauerſtoff und Waſſerſtoff, u. ſ. w.

Anmerkung 1. Das gröſsere oder kleinere Maſſenverhältniſs kann nur ein Mehr und Minder beſtimmen.

Anmerkung 2. Bei der *Anziehung ohne Produkt*, d. i., beim Streben zur Verbrennung, können wir dies nicht genau wahrnehmen, weil wir mit der entgegen geſetzten Natur aller Körper nicht genau genug bekannt ſind.

VI.

BESCHREIBUNG
der Höhle de la Berquilla bei Caravaca in der Provinz Murcia.

Don Juan Sanchez.

Die Berquillahöhle liegt im Gebiete von Caravaca in der Provinz Murcia, eine Meile westlich von der Stadt Caravaca auf einem Berge. Ihr Eingang ist an der Südseite in der Kluft eines ungeheuren Felsen von Kalkstein. Vor diesem Eingange ist ein freier Platz, zwei Oeffnungen neben einander führen zur Höhle durch einen kleinen fünf Fuss hohen und mehr als zwölf Fuss breiten Gang, der bald so niedrig wird, dass man kriechen muss. Durch ihn gelangt man zu einem schönen geräumigen Zimmer, in dessen Mitte eine grosse Säule steht, an welcher man zu klettern beseitigt; von hier an findet man Krystallisationen am Boden und an andern Stellen. Nachdem man eine Strecke weiter gegangen ist, steigt man gebückt zu den ersten Seitenabtheilungen hinunter. Um die, welche sich rechter Hand befinden, zu besehen, muss man noch etwa zehn Klafter über einen Felsen von der Art, wie

*) *Annales de ciencias naturales*, Madrid, Junio 1803, t. 6, p. 177. *d. H.*

hier alle sind, hinab gehen. Da sieht man viele Säle und Gemächer von grosser Länge, die auf einander folgen. Indem man immer rechts weiter hinab steigt, kömmt man durch viele andere Zimmer, deren Ende man nicht erblickt: ich vermuthe, dass sie viele Klafter unter der Fläche des Thals liegen, über welches sich der Berg erhebt, und dass sie also 350 bis 400 Toisen tief sind. Eben so die Nebenhöhlen linker Hand; im ersten Zimmer findet man eine Vertiefung, drei Palmen lang und zwei Palmen breit, die voll Wasser ist, das von dem Gewölbe tröpfelt und dessen Tiefe man noch nicht bestimmen kann. Vor diesem giebt es noch andere Behälter, die man das erste Wasser nennt. Bis an diese sind viele ohne Licht gegangen, welches für einen grossen Beweis von Muth gilt, da ein wenig weiter hinab auch die Verwegensten umkehren.

Da sich hier die Reihe der Zimmer in der Länge nicht weiter erstreckt, muss man bis an den Eingang zurück kehren, um in die Abtheilung linker Hand zu gehen, wo man wieder neue Zimmer und geräumige Gänge sieht, die in einer Strecke von zwei tausend *Varen* mit einander abwechseln; so weit ging ich ungefähr, weil ich einen Bach suchte, den man wollte gesehen haben, den ich aber nirgends fand. An mehrern Stellen stutzt der Muthigste vor den sonderbaren Erscheinungen, die sich als Verzierungen an den Wänden zeigen, die schönen aus der Oberfläche inselförmig hervor ragenden Erhöhungen, die Sopha's und Sitze von weissem Mar-

mor mit gelben Flecken bilden, welche sich regelmäfsig durch und über die Wände verbreiten; die seltsamen Tropfsteingebilde, welche die Decke oder das Gewölbe in den verschiedensten Gestaltungen bekleiden; Reliefs, Säulen von allen Ordnungen, Laubverzierungen des Pflasters, die aus Silberdraht gewebt scheinen; — von allen diesen Dingen kann man schwerlich dem, der sie nicht selbst gesehen hat, eine anschauliche Beschreibung geben.

In einigen prachtvollen Sälen bemerkt man eine Art Tische, um welche fremde Gestalten stehn, die auf den ersten Blick der Einbildungskraft wie Mönche mit ihren herab hängenden Haaren erscheinen; in andern sieht man eine unendliche Menge seltsam gestalteter Körper, wovor der Entschlossenste anfangs erschrecken mufs. Die ganze Höhle ist voll kostbarer Alabasterfäulen; sie hat sich daher an manchen Stellen sehr verengt, und eine ungeheure Felsmasse gebildet, die es mir wahrscheinlich macht, dafs sie sich immer mehr versperren und endlich ganz unzugänglich werden wird.

Den Boden, so wie die Wände, bekleidet eine Menge von Stalaktitenlagen, die sich mit der Zeit so innig vereinigt und verdichtet haben, dafs sie nun eine unermefsliche Quantität Marmor von allerlei Farben ausmachen; die gemeinste Art desselben ist durchsichtig und wachsgelb, obwohl man auch weifsen mit Alabasterfragmenten vermischt findet, wovon ich unter den Nummern 26 und 32 Exemplare in meiner Sammlung habe.

Das Waſſer, das ſich auf dem Berge, wo die Höhle iſt, ſammelt, iſt mit ſehr feinen Kalktheilchen geſchwängert, und zeigt ſich, wenn es durch den Boden gefintert, in kryſtallenen Tröpfchen an der Wölbung. Hier bleibt es durch Attraction an der Erde hängen; ein Theil deſſelben verdunſtet und bildet eine dünne Rinde, worauf ſich alsdann die eines zweiten Tropfens anſetzt, und ſo vergröſsert ſie ſich allmählig durch concentriſche Schalen nach allen Dimenſionen, bis endlich der Durchgang der Flüſſigkeit gänzlich verſperrt wird. Gewöhnlich entſtehn auf dieſe Art umgekehrte Kegel mit ſehr ſcharfen Spitzen, die wie Orgelpfeifen ausſehn; wenn ſie indeſs bei ihrem Anwuchſe auf andere Körper oder Hinderniſſe ſtoſsen, nehmen ſie deren Formen an; daher die mannigfaltigen Naturſpiele, die man in ihren Geſtaltungen wahrnimmt. Die wenigſten dieſer Kegel hören auf zu wachſen; die meiſten verlängern ſich bis auf den Boden herab, mit dem ſich viele vereinigen, und endlich ungeheure Säulen bilden, die inwendig immer eine kleine Höhlung behalten, der ſie ihre Entſtehung verdanken. An einigen Stellen, wo mich der Durſt überfiel, zerbrach ich eine dieſer Röhren, und ſogleich floſs ein Waſſerſtrom heraus, der mit ihrer Dicke im Verhältniſs ſtand. Die genaue Beobachtung dieſer Naturſpiele unterhielt mich mehrere Stunden ſehr angenehm; ich ſah Stücke, die Weintrauben glichen und nahe an 25 Pfund wiegen mochten, Maiſähren, groſse Blumen, menſchenähnliche Figuren und an-

dere mahlerische Gruppen, die sich an der Wölbung und den Wänden verbreiten und Wunderwerke hervor bringen, welche den Beobachter bezaubern.

Da das Licht auf keinem Wege in diesen unterirdischen Aufenthalt dringen kann, muss man welches mitnehmen; doch muss man darauf sehen, dass es nicht zu viel Rauch giebt, welcher die Höhle bald anfüllen und also gefährlich werden kann.

Die Temperatur war 2° geringer, als die, welche die meteorologischen Instrumente vor der Höhle anzeigten, und blieb beständig während der Untersuchung dieselbe.

An keiner Stelle in der Höhle bemerkt man den leisesten Hauch des Windes, und man darf daher nach den Versuchen, die ich allenthalben machte, nicht fürchten, dass das Licht erlösche, obwohl ich bemerkte, dass es sich verlängerte und an Volumen und Helle verlor: dies mochte wohl von dem Verschlingen des Sauerstoffs und der geringen Menge desselben herrühren; denn in mehrern Höhlungen, in die ich das Licht hielt, trennte sich verschiedene Mahl die Flamme vom Dochte, als wenn sie jene zu ergreifen strebte, indem sie ihre kleine Atmosphäre zersetzte und das Wasserstoffgas entzündete, um die Lebensluft zu absorbiren.

Ich bemerkte, dass man bei einem langen Aufenthalte in der Höhle eine leichte Schwäche im Kopfe spürt, die ab- und zunimmt, so wie die Decke höher oder niedriger wird; in einer Abtheilung derselben, in welche ich mit zwei Gefährten durch

ein enges Loch drang, nahm dieſe Schwäche ſo ſehr zu, daſs wir glaubten, wir würden nicht wieder hinaus kommen können; die Lichter brannten kaum hell genug, um die Gegenſtände zu unterſcheiden, und alle abgeriſſene Felſenſtücke, die wir ſahen, waren, ſo wie der Boden, mit einem gelben Eiſenoxyd bedeckt, und gehörten zur Klaſſe des Alabaſters.

Auf der Wölbung der Höhle ruht ein Berg von Erde und Felſen, der über 300 Toiſen hoch iſt; ſein Boden trägt Fichten, Lentiſcus, Rosmarin und andere Stauden; das Erdreich enthält viel Schwefel. Mir ſcheint, daſs dieſe Höhle bei einer allgemeinen Zerſtörung entſtanden iſt, und ich werde an einem andern Orte meine Gründe für dieſe Meinung angeben. — Unterdeſſen begnüge ich mich der Wahrheit und Aufrichtigkeit gemäſs, die meine Bemerkungen leiten, zu ſagen, daſs dieſe Höhle die gröſste Aufmerkſamkeit der Naturforſcher verdient, und daſs ſie mit den berühmteſten Höhlen bei Arei und um Braunſchweig, die uns ſo ſehr bezaubert haben, verglichen werden kann, — ja, daſs ſie dieſe vielleicht an Schönheit übertrifft. Ob ich gleich von allen, die ſie beſuchten, am weiteſten darin vorgedrungen bin, habe ich doch das Ende nicht geſehen.

VII.

BESCHREIBUNG

der so genannten Höhle de les Dones in der Provinz Valencia, im Gebiete von Millares,

von

D. ANTONIO JOSEPH CAVANILLES. *)

An der Gränze von Millares, nicht weit vom Gränzsteine, der es von Quesa trennt, ist eine Höhle, Cova de les Dones genannt. Cortes liegt davon 1½ Meilen nordwestlich, Millares in gleicher Entfernung nordöstlich, und Quesa etwas über zwei Meilen zwischen Süden und Osten. Eine von den vielen Klüften, die diese wüste Gegend durchfurchen, hat auf irgend eine Art die Berge getrennt, deren Grundfläche sie von Abend nach Morgen durchläuft. Der nördliche, welcher, wie alle Berge dieser Gegend, aus Kalkstein besteht, ist aus horizontalen Bänken zusammen gesetzt, die bis zum Gipfel, welcher in einen stumpfen Hügel ausläuft, drei bis vier Fuss hohe Stufen bilden. In einer Höhe von zwei Dritteln des Berges ist gleichsam die Vorhalle der Höhle, d. h., ein Raum, der 42 Fuss tief, 12 Fuss hoch und 34 Fuss breit ist. An der Decke sieht man Zacken und Stufen, welche die herab gefallenen Felsstücke nachliefsen; am äufsern Rande Gebüsche und Stauden.

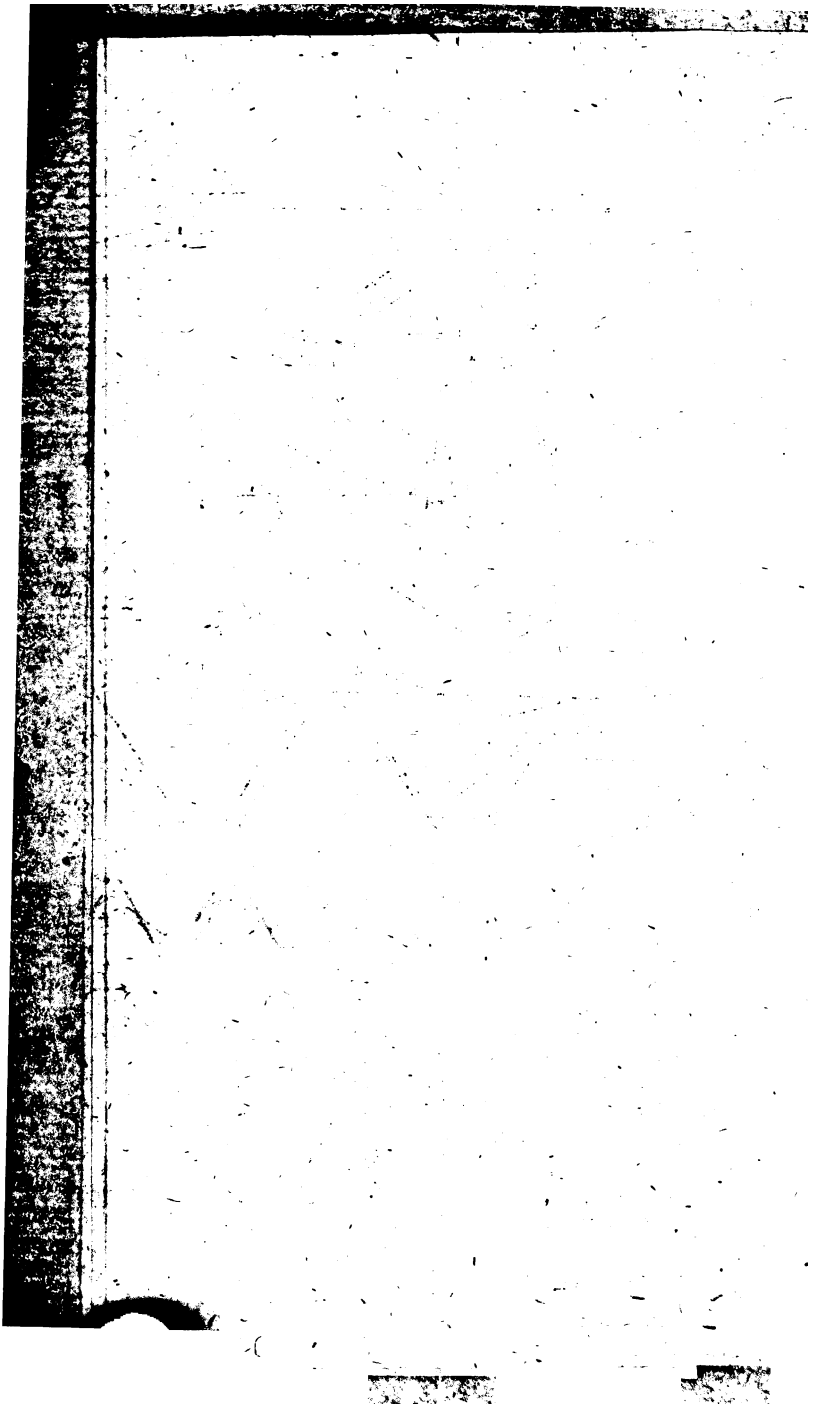
Die Oeffnung oder der Schlund der Vorhalle ist an der Südostseite; westlich am Hintergrunde befindet sich ein Loch, das 4 Fuss im Durchmesser hat, und durch welches man in die Höhle geht. Der Eingang ist sechs bis sieben Fuss lang, enge und abschüssig, dann erweitert er sich plötzlich zu einer Breite von 24, und einer Höhe von 10 bis 12 Fuss. Von hier an wird es

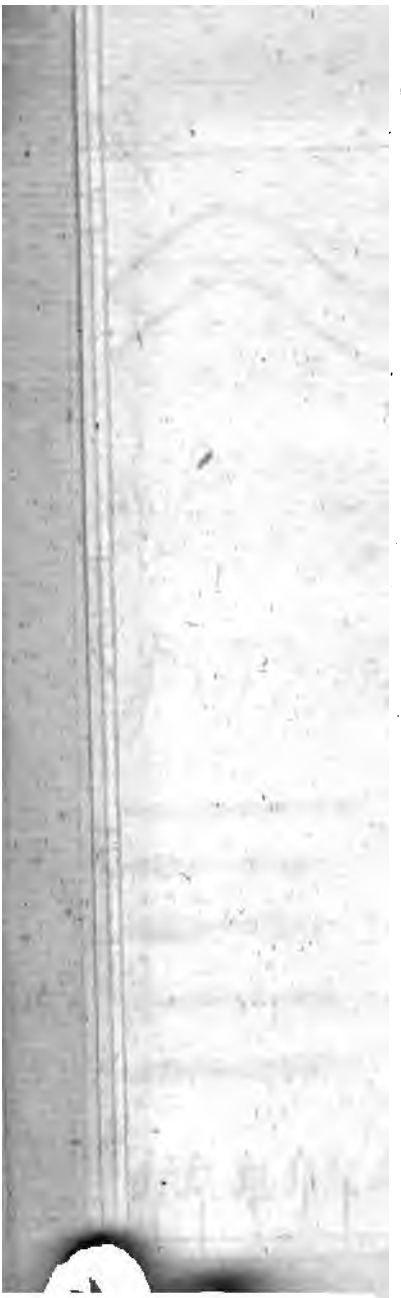
*) *Eben daselbst*, p. 182 f. Entlehnt aus Cavanilles *Observacions sobre la historia natural etc. del Regno de Valencia*, t. 2, p. 22. d. H.

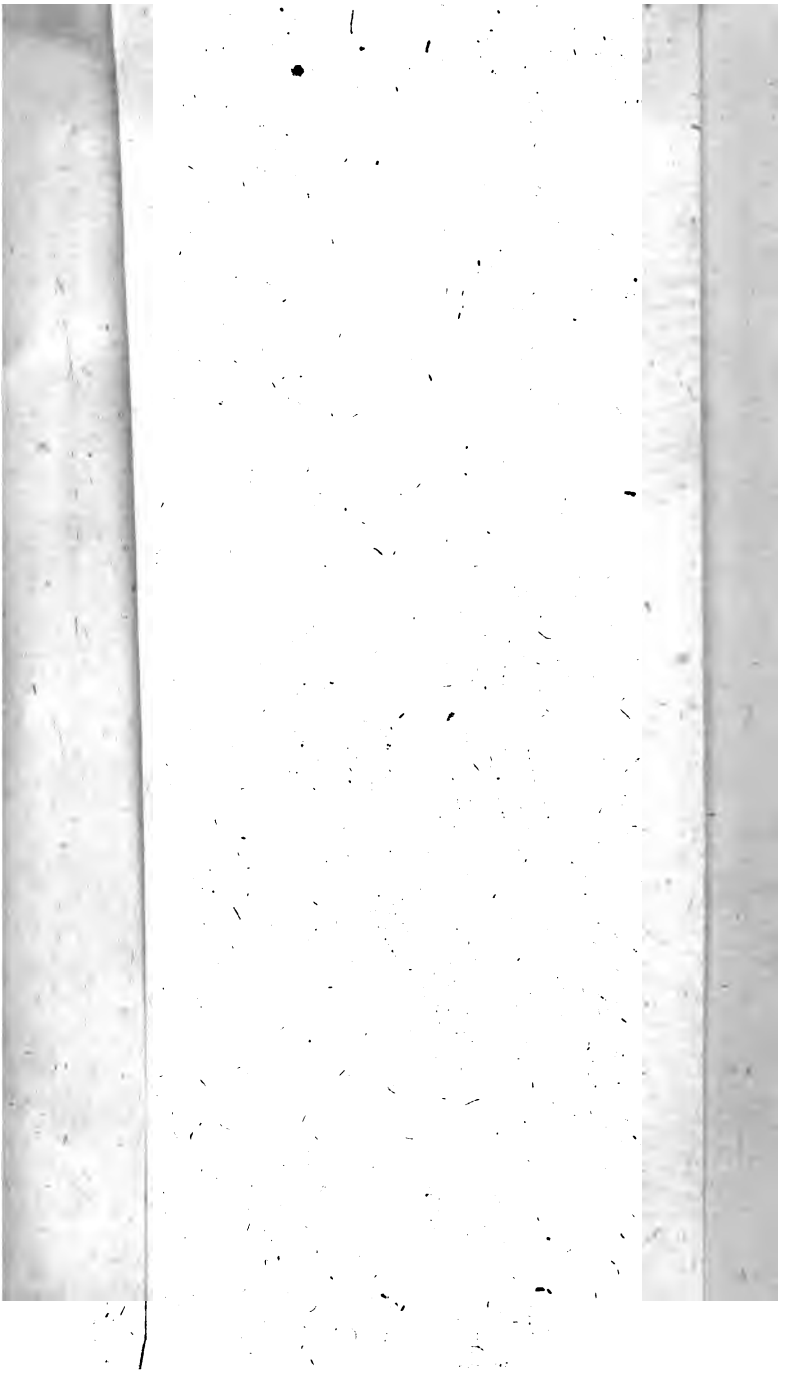
allmählig immer finsterer, so dass man ohne künstliches Licht das Innere der Höhle nicht beobachten kann. Ich nahm daher drei Windfackeln mit, und diese Vorsicht war nicht überflüssig, denn eine verlosch am Ende der Höhle, und die andern gaben nur ein schwaches Licht, welches wir mit vieler Mühe unterhielten.

Mit ihrer Hülfe durchstrich ich die geräumige Weitung, und sah *erstens*, dass sie an den Wänden und der Wölbung Höcker und Zacken hatten, die eine Wirkung der abgerissenen zum Theil zertrümmerten Felsstücke waren, welche ein sehr feines Kalkmehl bedeckte. *Zweitens*, dass sich in der Wölbung viele hemisphärische Höhlungen befanden, in denen eine unzählige Menge Fledermäuse hausten, welche an einander hängend drei bis vier Fuss lange Trauben bildeten. *Drittens*, dass an der Decke eine grosse Anzahl Stalaktiten, oder umgekehrte Kegel hingen, von deren Spitzen Wasser herab tröpfelte, woraus im Boden an manchen Orten kleine Sümpfe von beträchtlichem Umfange entstanden. Man sah darin Stalaktiten, oder Grundlagen zu Pyramiden und Säulen von verschiedener Höhe und Gestalt, wovon einige gefrornen Wasserfällen gleichen, andere sich zu Gruppen vereinigen, die oft den Durchgang sehr erschweren. Alle sind von Alabaster, mit weissen Streifen vermischt, und nehmen eine seltne Glätte an. Am Bruche derer, die von der Wölbung herab hingen, sah man die Löcher, wodurch das mit Kalktheilchen geschwängerte Wasser hinein tröpfelte. Endlich bemerkte ich, dass die Höhle ungefähr 200 Fuss weit nordwestlich läuft, dann sich nach Norden wendet und so 600 Fuss fortgeht, bis man zu einem Thonhügel, der mit einer Mischung von Sand gefärbt ist, gelangt, welcher sich bis an die Wölbung erhebt und womit die Höhle sich endigt. Nachdem man zwei Drittel des Weges zurück gelegt hat, wird der Boden ungleich, und man stöst oft auf kleine Sümpfe, die ungefähr drei Fuss tief und so breit sind, dass man kaum trocknen Fusses vorbei kommen kann. Das Wasser ist rein, klar und von gutem Geschmack, und war den ganzen Tag, den ich mit Zeichnung der Höhle und der wilden sie umgebenden Gegend zubrachte, unser Getränk.

2
F
F
A
d







PHYSICS

530.5
A613
Ser-1
V.22